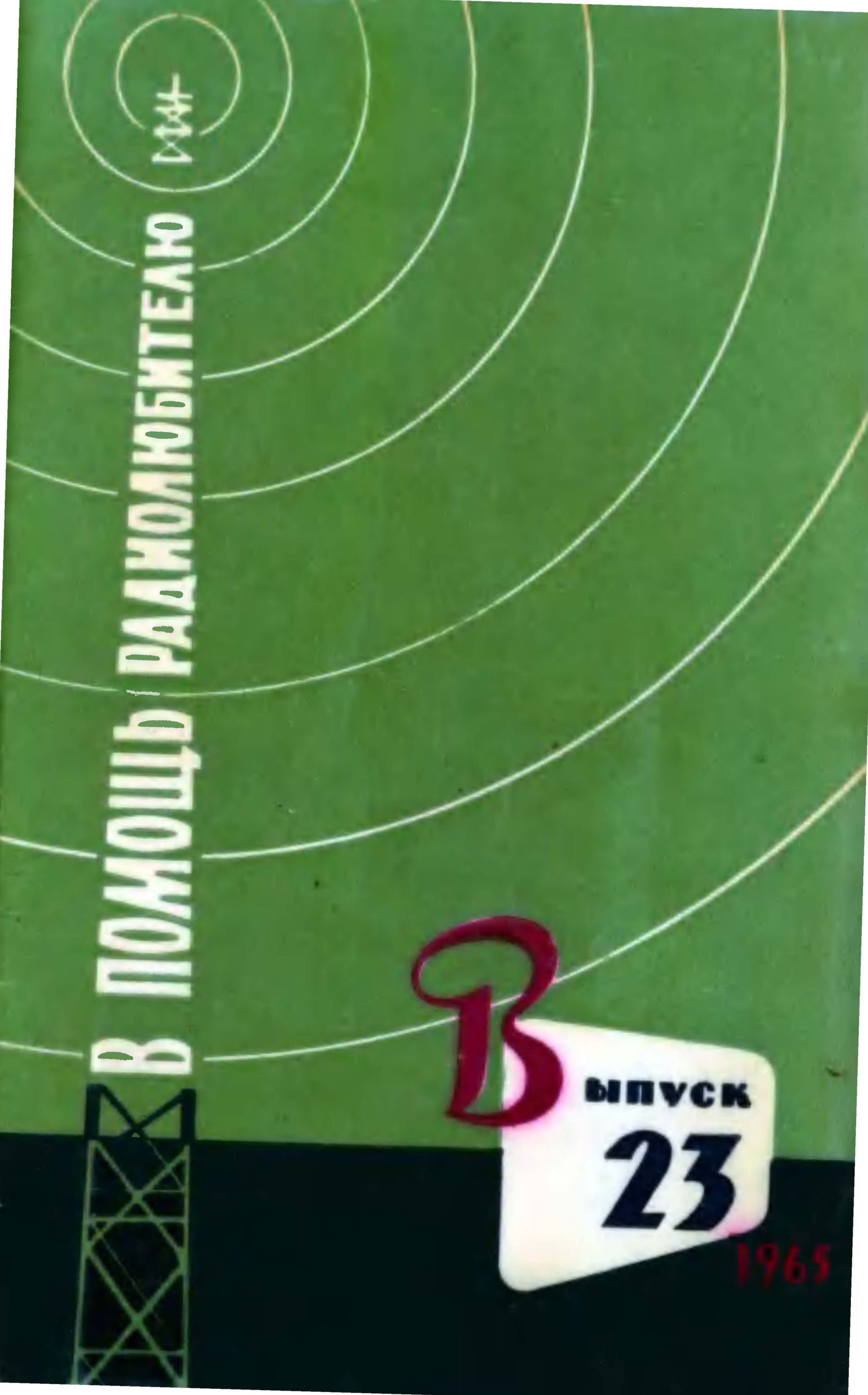

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
Выпуск
23
1965

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ

Выпуск 23

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ
Москва — 1965

Сборники «В помощь радиолюбителю» Издательство ДОСААФ выпускает совместно с Центральным радиоклубом ДОСААФ.

В этих сборниках даются описания любительских конструкций приемной, звукозаписывающей, усилительной, измерительной, телевизионной, КВ и УКВ аппаратуры, а также различные справочные и расчетные материалы.

Начиная с выпуска № 10, в сборниках помещаются также материалы по тематике бывшей «Библиотеки журнала «Радио».

Брошюры серии «В помощь радиолюбителю» рассчитаны на широкие круги радиолюбителей.

Материалы по описанию различных радиолюбительских конструкций, а также предложения по обмену опытом для опубликования в сборниках просим направлять по адресу: Москва, И-94, Сретенка, 26/1, Центральный радиоклуб ДОСААФ СССР.

Представляемая рукопись должна быть отпечатана на машинке в двух экземплярах через два интервала и иметь объем не более 0,7 печатного листа (15—17 страниц).

ПОРТАТИВНЫЙ СУПЕРГЕТЕРОДИН

В. Хмарцев

Портативный радиоприемник (рис. 1) выполнен по супергетеродинной схеме на транзисторах типа П402, П15, П13 и П201. Он предназначен для работы в диапазоне средних (530—1 500 *кгц*) и длинных (150—400 *кгц*)

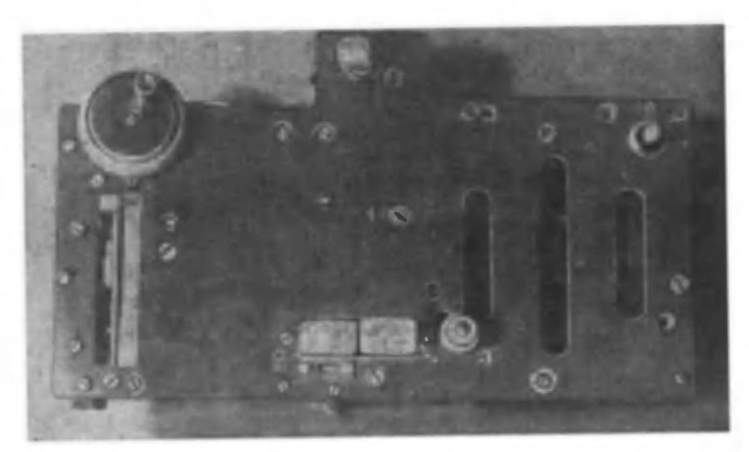
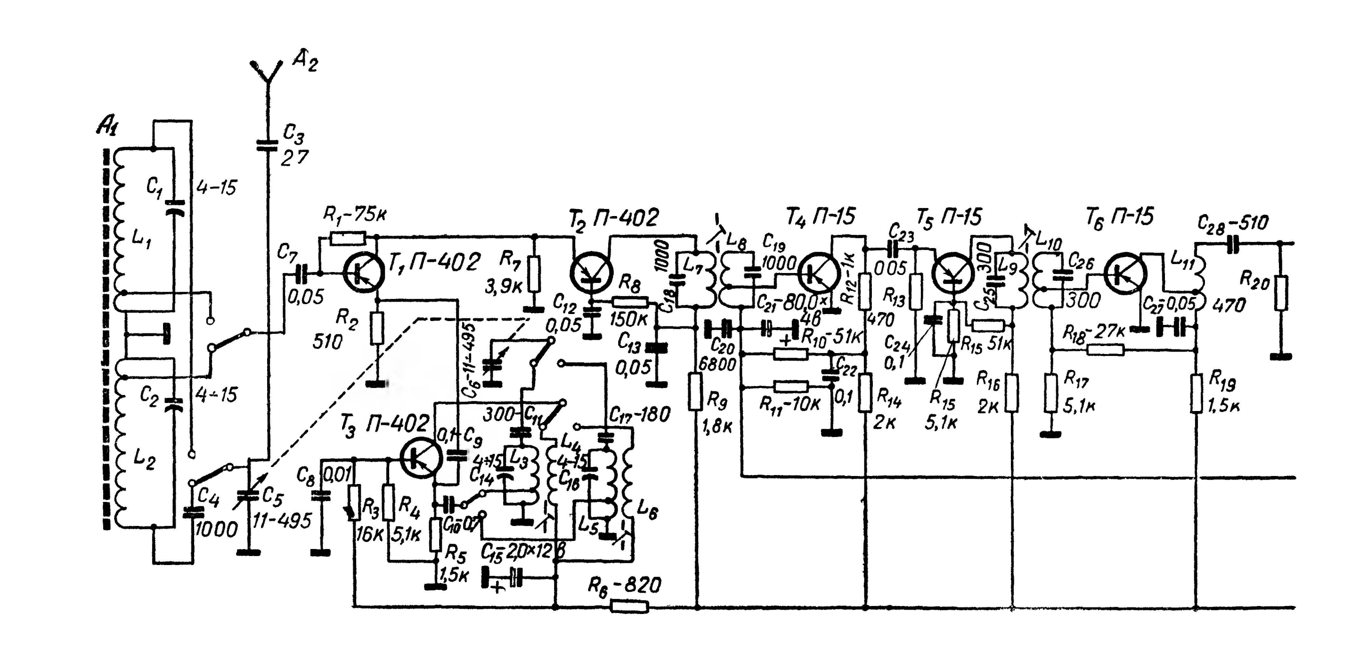


Рис. 1. Внешний вид приемника.

волн. Программы радиостанций можно принимать как на магнитную, так и на телескопическую антенны, которые размещены внутри корпуса. Чувствительность приемника на обоих диапазонах при приеме на магнитную антенну не хуже 700 *мкв/м*, а на телескопическую не хуже 450 *мкв*. Промежуточная частота стандартная и равна 465 *кгц*. Максимальная выходная мощность усилителя НЧ около 0,5 *вт*. Работает он на промышлен-



A1
A2
C3 27
C1 4-15
L1
C2 4÷15
L2
C4 1000
C5 11-495
C7 0,05
R1-75к
T1 П-402
R2 510
R7 3,9к
T2 П-402
R8 150к
C12 0,05
C13 0,05
C6-11÷495
T3 П-402
C8 0,01
R3 16к
R4 5,1к
R5 1,5к
0,1-C9
300-C11
L3
C14 4÷15
L4 4-15
C16
C17-180
L5
L6
C15-20,0×12в
R6-820
C18 1000
L7
L8
R9 1,8к
C20 6800
C19 1000
C21-80,0×4в
T4 П-15
R12-1к
R10-51к
R11-10к
C22 0,1
R14 2к
C23 0,05
R13 470
T5 П-15
C24 0,1
R15 51к
R15 5,1к
C25 300
L9
R16 2к
L10
C26 300
T6 П-15
R17 5,1к
R18-27к
C27-0,05
L11 470
C28-510
R20
R19 1,5к

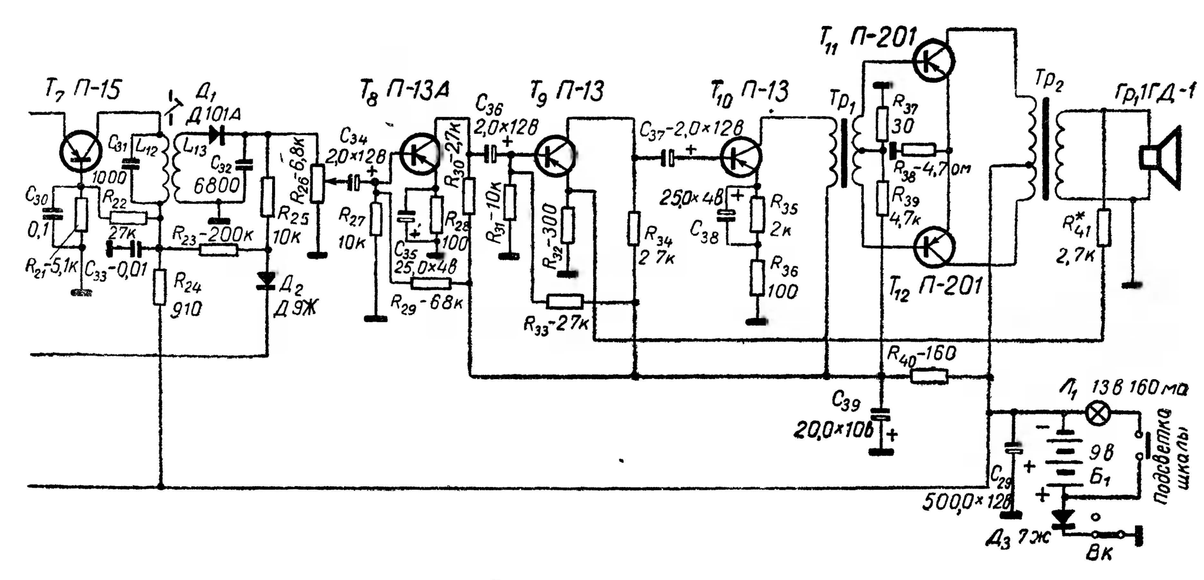


Рис 2 Принципиальная схема приемника.

ный громкоговоритель типа 1ГД-1. Переключение диапазонов производится малогабаритным клавишным переключателем. Питается приемник от двух последовательно соединенных батарей для карманного фонаря типа КБС-Л-0,5. При работе в темноте шкала подсвечивается специальной лампочкой. Размеры приемника 220×130×70 *мм*.

Принципиальная схема приемника

Высокочастотный тракт приемника (рис. 2) построен по каскодной схеме, что позволило исключить взаимозависимость настроек отдельных каскадов, повысить стабильность их работы и соответственно упростить налаживание всего приемника. Кроме того, при применении каскодной схемы отпала необходимость в подборе параметров нейтрализующих цепочек, которые подбираются отдельно для транзистора в обычной схеме усилителя ПЧ. Приемник содержит каскодный преобразователь частоты, собранный на транзисторах T_1, T_2, отдельный гетеродин, собранный на транзисторе T_3, двухкаскадный усилитель ПЧ, детектор сигнала, выполненный на диоде $Д_1$, систему АРУ с задержкой, построенную на диоде $Д_2$, и усилитель НЧ с двухтактным выходом.

Транзистор T_4 первого каскада усилителя ПЧ нагружен на активное сопротивление R_{12}. Во втором каскаде усилителя ПЧ для увеличения избирательности и усиления между транзисторами T_6 и T_7 включен последовательный контур $L_{11}C_{27}$. Преобразователь частоты и первый каскад усилителя ПЧ нагружены на полосовые фильтры, что улучшает форму резонансной кривой всего тракта ПЧ. Усилитель НЧ состоит из каскадов предварительного усиления, выполненных на транзисторах T_8, T_9, T_{10}, и мощного двухтактного выходного каскада, выполненного на транзисторах T_{11}, T_{12}. Для уменьшения коэффициента нелинейных искажений и стабилизации коэффициента усиления в усилителе применена отрицательная обратная связь, напряжение которой со вторичной обмотки выходного трансформатора $Тр_2$ подается на эмиттер транзистора T_9. Глубина обратной связи зависит от величины сопротивления R_{41}.

Конструкция и детали

Одна из основных задач, которая решалась при конструировании данного приемника, состояла в применении широкораспространенных деталей и узлов при сохранении небольших размеров приемника и достаточно хороших электрических и акустических параметров. Например, блок переменных конденсаторов применен стандартный от радиоприемника «АРЗ», громкоговори-

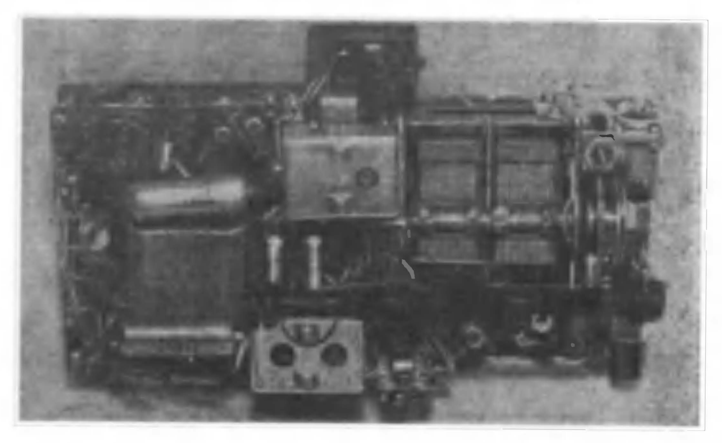


Рис. 3. Размещение деталей на основной плате приемника.

тель промышленный типа 1ГД-1, клавишный переключатель построен на базе переключателя от карманного радиоприемника «Нева», монтаж приемника выполнен на сопротивлениях типа МЛТ-0,5.

Конструктивно все каскады приемника (рис. 3) размещены на двух гетинаксовых платах толщиной 1,5 *мм*. На первой основной плате (рис. 4) размещены усилитель НЧ, детектор и усилитель ПЧ. Эта плата прикрепляется к общей монтажной панели латунными стойками.

Каскодный преобразователь частоты с отдельным гетеродином смонтирован на другой плате (рис. 5), которая специальными скобами и втулкой укрепляется непосредственно на блоке переменных конденсаторов.

Для экранов полосовых фильтров использованы экраны вышедших из строя реле типа РП, которые обрезаны до нужной величины.

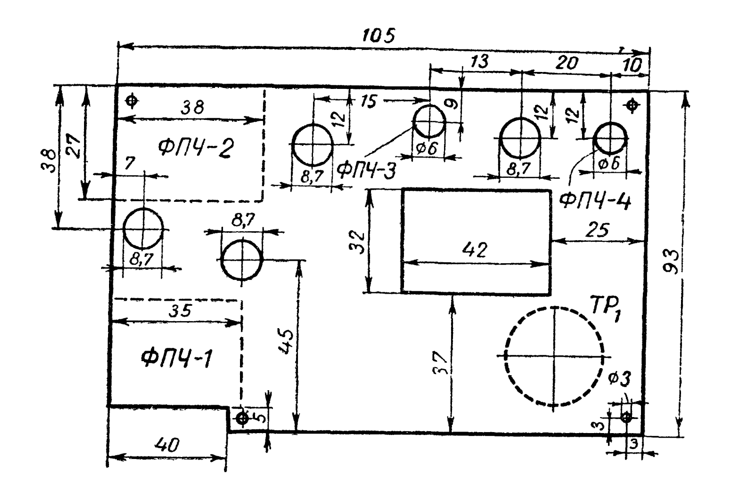


Рис. 4. Первая монтажная плата приемника.

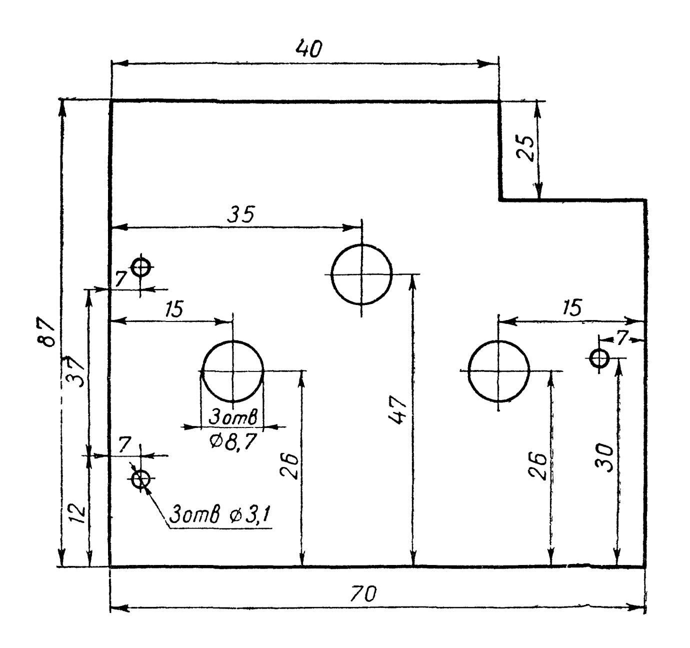


Рис. 5. Вторая монтажная плата приемника.

Чтобы улучшить точность настройки приемника на нужную станцию, особенно в средневолновом диапазоне, где плотность станций велика, на ось блока конденсаторов переменной емкости насажен специальный замедлитель. При таком замедлителе на основную ручку настройки насаживают вспомогательную, которую укрепляют в стороне от центра. Кроме того, на ось блока насаживают шкив верньерного устройства.

Для контуров трансформаторов ПЧ использованы сердечники трансформаторов ПЧ АМ тракта промышленных приемников. Расстояние между центрами катушек трансформатора ПЧ равно 18 *мм*. Одиночные фильтры ПЧ заключены в экраны из латуни. Следует иметь в виду, что размеры экранов катушек фильтров влияют на их намоточные данные и при других размерах фильтров они изменяются. Намоточные данные катушек всех контуров приемника приведены в таблице.

Таблица

Обозначение по схеме	Количество витков	Марка и диаметр провода, *мм*	Примечание
L_1	223 + 7	ПЭШО 5×0,06	Количество витков в отводах катушек (вторая цифра) указано, считая от заземленных концов
L_2	66 + 4	ПЭШО 5×0,06	
L_3	82 + 4	ПЭЛ 0,12	
L_4	100	ПЭЛ 0,12	
L_5	135 + 5	ПЭЛ 0,1	
L_6	100	ПЭЛ 0,1	
L_7	82	ПЭЛ 0,12	
L_8	77 + 5	ПЭЛ 0,12	
L_9	170	ПЭЛ 0,12	
L_{10}	165 + 5	ПЭЛ 0,12	
L_{11}	185 + 100	ПЭЛ 0,1	
L_{12}	85	ПЭЛ 0,1	
L_{13}	20	ПЭЛ 0,1	

Переходной трансформатор $Тр_1$ усилителя НЧ намотан на кольцевом пермаллоевом сердечнике, собранном из пластин диаметром 25 *мм*, толщина набора 7 *мм*. Его

первичная обмотка содержит 700 витков провода ПЭЛШО 0,2, а вторичная 2×750 витков провода ПЭЛШО 0,12. При отсутствии пермаллоевых пластин переходной трансформатор можно намотать на обычном сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 12 *мм.* В этом случае первичная обмотка трансформатора должна содержать 800 витков, вторичная 2×400 витков провода ПЭЛ 0,12. Выходной трансформатор выполнен на сердечнике из пластин Ш-12, толщина набора 12 *мм.* Его первичная обмотка имеет 2×150 витков провода ПЭЛ 0,2, а вторичная 53 витка провода ПЭЛ 0,41.

Налаживание данного приемника ничем существенно не отличается от налаживания обычного супергетеродина, способы налаживания которых неоднократно описывались в журнале «Радио» и другой радиолюбительской литературе.

КАРМАННЫЙ ПРИЕМНИК ПРЯМОГО УСИЛЕНИЯ

В. Кокачев

Приемник предназначен для приема передач местных радиовещательных станций в диапазоне длинных (700—1 850 *м*) и средних (180—600 *м*) волн. При приеме программ ближних радиостанций, расположенных в радиусе до 100 *км,* можно пользоваться магнитной антенной. При более значительном расстоянии от станции к приемнику следует подключить внешнюю антенну и заземление через специальные гнезда: «А» — антенна и «З» — земля. Чувствительность приемника при работе с магнитной антенной в длинноволновом диапазоне около 20 *мв,* а в средневолновом 10—15 *мв.* Номинальная выходная мощность усилителя НЧ 150 *мвт* при коэффициенте нелинейных искажений всего тракта не более 5%. В режиме «молчания» приемник потребляет ток 3,5—4 *ма,* а в рабочем режиме при средней громкости звучания около 20—25 *ма.* Размеры приемника 114×78×34 *мм,* вес его 330 *г.*

Принципиальная схема приемника

Приемник собран по схеме прямого усиления на восьми транзисторах и одном полупроводниковом диоде (рис. 1). Длинноволновый контур приемника состоит из катушки индуктивности L_1 и конденсаторов C_1 и C_2, а средневолновый из катушки L_3 и конденсатора C_1. Связь между входными контурами и усилителем ВЧ индуктивная через катушки связи L_2, L_4.

Усилитель ВЧ построен по каскодной схеме на двух транзисторах T_1 и T_2 типа П402. Можно применить и транзисторы низкочастотной серии типа П14 и П16, однако усиление каскадов ВЧ будет в этом случае примерно в два раза меньше.

Первый каскад усилителя выполнен по схеме с заземленным эмиттером, а второй — по схеме с заземленной базой. Нагрузкой первого каскада служит сопротивление R_2, а второго — первичная обмотка высокочастотного трансформатора L_5. Режим транзистора T_2 определяется напряжением смещения на его базе, а также напряжением на сопротивлении R_4, включенном в эмиттерную цепь. Напряжение смещения регулируется с помощью сопротивлений R_3 и R_4. Применение каскодной схемы позволило получить высокое входное сопротивление, малую проходную емкость и большое усиление всего усилителя ВЧ. Детектор выполнен на одном диоде $Д_1$ типа Д9. Нагрузкой детекторного каскада служит сопротивление R_5, заблокированное по высокой частоте конденсатором C_6.

Усилитель НЧ трехкаскадный. Нагрузкой первого каскада, выполненного на транзисторе T_3, служит сопротивление R_9. Режим этого каскада определяется сопротивлением R_8 в цепи базы транзистора T_3 и сопротивлением R_{10} в цепи его эмиттера. Нагрузкой второго каскада усилителя НЧ служит первичная обмотка трансформатора $Тр_1$, включенного в коллекторную цепь транзистора T_4. Режим этого транзистора определяется напряжением смещения на его базе, снимаемым с делителя R_{11}, R_{12}, а также напряжением на сопротивлении R_{13}, включенном в его эмиттерную цепь.

Выходной каскад усилителя НЧ собран по двухтактной схеме на транзисторах T_5, T_6, T_7 и T_8 с различным типом проводимости и работает как усилитель мощности.

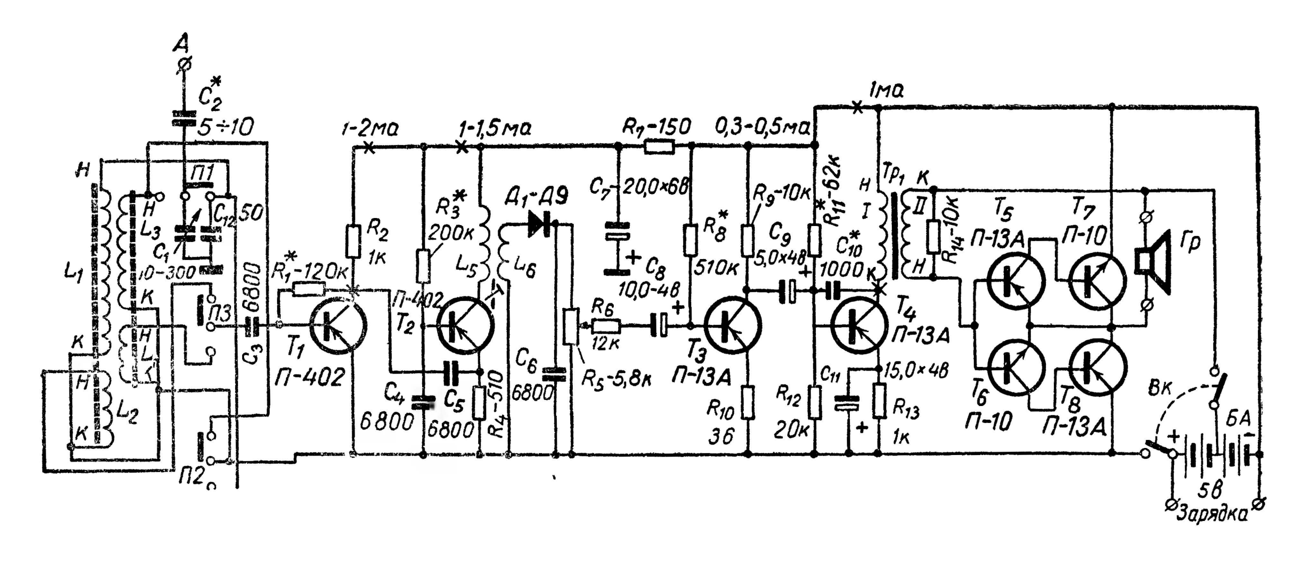


Рис 1 Принципиальная схема приемника Входные цепи соответствуют основному варианту.

Применение в выходном каскаде транзисторов с различным типом проводимости позволило получить большое входное и малое выходное сопротивление оконечного каскада, которое хорошо согласуется с низкоомной нагрузкой. Выходной каскад нагружен непосредственно на электродинамический громкоговоритель с сопротивлением звуковой катушки постоянному току 7 *ом*. Усилитель воспроизводит полосу частот от 200 до 8 000 *гц*.

Детали и конструкция

В приемнике применены следующие промышленные детали: два ферритовых стержня марки Ф-600, одно ферритовое кольцо марки Ф-1000, полупроводниковый диод типа Д9, два транзистора типа П402, четыре типа П13-А и два типа П10, переменное сопротивление марки СПО, семь малогабаритных конденсаторов типа КЛС, четыре электролитических конденсатора типа ЭМ, тринадцать сопротивлений типа УЛМ, четыре дисковых аккумулятора типа Д-02. Конденсатор переменной емкости, выключатель питания, переключатель диапазонов, электродинамический громкоговоритель, монтажная плата и футляр приемника самодельные.

Входные цепи приемника состоят из двух настраивающихся контуров, в отдельности для диапазона длинных и средних волн (рис. 1 и 2). Катушки обоих контуров намотаны на цилиндрических каркасах из кабельной бумаги диаметром 8,5 *мм*. Катушка L_1 содержит 220 витков провода ПЭЛШО 0,12, катушка L_2 — 20 витков провода ПЭЛШО 0,2, катушка L_3 — 70 витков провода ЛЭШО 7×0,07, катушка L_4—3—7 витков провода ПЭЛШО 0,2. Катушки каждого контура свободно перемещаются по одному из двух ферритовых стержней диаметром 8 *мм* и длиной 90 *мм*.

Применение отдельных антенн для каждого диапазона вызвано малыми геометрическими размерами стержней, которые не позволяют при применении однослойной намотки катушек получить достаточную действующую высоту антенны с одним стержнем для обоих диапазонов.

В конструктивном отношении входные цепи приемника можно выполнить иначе.

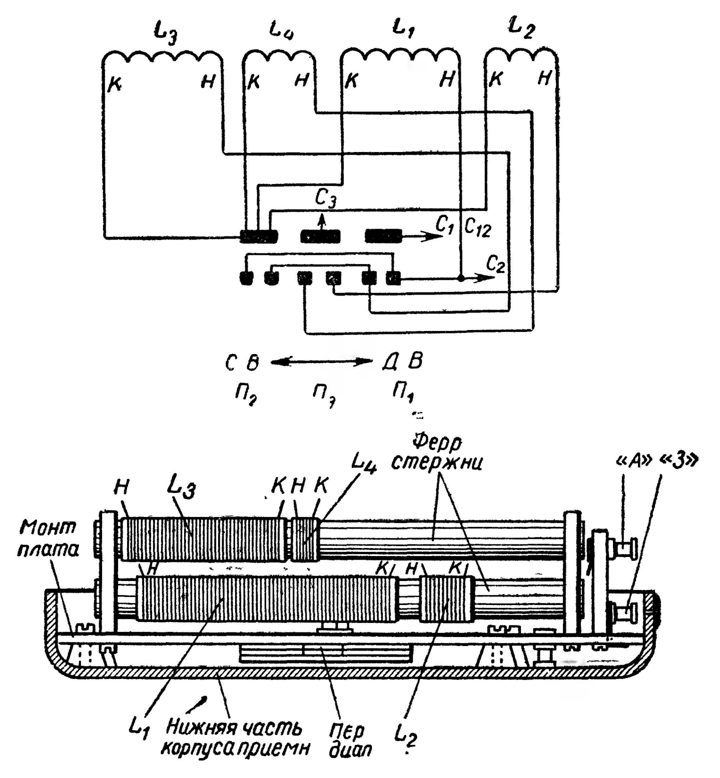
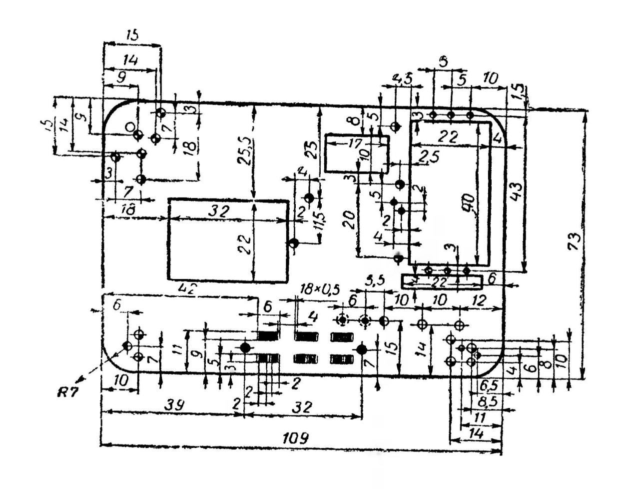


Рис. 2. Схема и конструкция входных цепей приемника.

Первый вариант. Все элементы входных цепей принципиальной схемы (см. рис. 1) оставляют теми же, но из конструкции исключают контактную группу $П_2$ переключателя диапазонов.

В данном случае перемычки, соединяющие неподвижные контакты группы $П_1$ и $П_2$ переключателя (см. рис. 2 и 3), отпаивают, верхние (по схеме) концы контурных катушек L_1 и L_3 подключают к крайним точкам контактной группы переключателя $П_1$, а перемычку, соединяющую на схеме правые крайние точки групп $П_1$ и $П_2$, из схемы исключают. В этом случае при переключении диапазонов контурные катушки L_1 и L_3 будут отключаться, а не закорачиваться, вследствие чего исклю-



5 отв. ⌀2,2 для установки переменного сопротивления и скобы
4 отв. ⌀2 для установки гнезд
4 отв. ⌀2,1 под винт ВМ2×6 для крепления платы ко дну корпуса приемника
6 отв. ⌀2,1 под винт ВМ2×4 для крепления стоек
2 отв ⌀2 для установки упорных стоек
2 отв. ⌀2,1 под винт ВМ2×4 для крепления конденсатора переменной емкости
2 отв М2 под винт ВМ2×6 для крепления выключателя питания
8 отв ⌀1,1 под заклепку ⌀1 для установки контактных держателей

Примечание. На верхнем чертеже показаны только отверстия для крепления всех узлов и деталей. Заштрихованные прямоуг.—неподвижные контакты Д и Ж переключателя

8 отв ⌀1,2

Условные обозначения

Для транзисторов
Для конденсаторов
Для сопротивлений
Для монт. проводов
Для В Ч тр-ра

На нижнем чертеже показаны отверстия для крепления элементов схемы

Рис. 3. Монтажная плата приемника.

чается взаимное влияние параллельно расположенных антенн и возрастает индуктивность контурных катушек L_1 и L_3 (при том же количестве витков). Последнее обстоятельство позволяет уменьшить число витков указанных катушек, благодаря чему повысится добротность контуров и, следовательно, избирательность приемника и его общая чувствительность.

При построении входных контуров по этому варианту катушка L_1 должна содержать 165 витков провода ПЭЛШО 0,2, а катушка L_3 — 55 витков провода ЛЭШО 7×0,07.

Второй вариант. Входные цепи приемника можно выполнить и с одним настраивающимся контуром, обеспечивающим плавное перекрытие всего диапазона. В этом случае переключатель диапазонов, катушки L_3 и L_4, а также конденсатор C_2 из схемы исключают.

Катушку L_1 можно намотать на двух или одном ферритовом стержне. Если ее наматывать на один стержень, то она должна содержать 250 витков провода ПЭЛШО 0,1—0,12. При использовании двух ферритовых стержней катушку L_1 разделяют на две соединенные параллельно катушки $L_{1а}$ и $L_{1б}$, каждую из которых наматывают на свой стержень; таким образом общее число витков катушки L_1 удваивается и получаем 250×2=500 витков. Концы соединенных параллельно катушек $L_{1а}$ и $L_{1б}$ подключают к конденсатору переменной емкости C_1, ротор которого соединяют с общим «плюсом». Катушку связи L_2 располагают на любом из стержней. В обоих случаях катушка L_2 должна содержать 15—25 витков провода ПЭЛШО 0,2.

Следует отметить, что при использовании двух ферритовых стержней действующая высота магнитной антенны, а следовательно, и чувствительность приемника значительно выше, нежели с одним ферритовым стержнем.

Высокочастотный трансформатор выполнен на ферритовом (Ф-1000) кольце диаметром 8 *мм.* Катушка L_5 содержит 205 витков провода ПЭЛ 0,08, а катушка L_6 85 витков провода ПЭВ-2 0,12. При использовании ферритового кольца марки Ф-600 катушка L_5 должна иметь 270 витков, а катушка L_6 100 витков того же провода.

Конструктивно приемник выполнен на отдельной плате (см. рис. 3), на которой крепятся все узлы, детали и

элементы схемы. Контактные держатели закреплены на плате при помощи медных заклепок диаметром 1×4 *мм*. Переменное сопротивление R_6 прикреплено к плате скобой, на его оси винтами 8М2×4 укреплена ручка управления. В стойке расклепывают два гнезда с выводными лепестками. Антенные стойки и стойку с гнездами прикрепляют к плате винтами 8М2×5 (см. рис. 2), а выключатель питания (рис. 5) и конденсатор переменной емкости (рис. 7) — винтами 5М2×4. Трансформатор $Тр_1$ устанавливают в соответствующем окне платы и выступающие концы его обоймы подгибают с противоположной стороны. Два гнезда для подключения громкоговорителя расклепывают вблизи окна под скобу громкоговорителя. Высокочастотный трансформатор после окончательной его установки приклеивают клеем БФ. Конденсатор C_9 устанавливают на плату вертикально. С нижней стороны платы (со стороны печатного монтажа) размещают конденсаторы C_2, C_{10} и C_{12}, а также два гнезда для подключения зарядного устройства и переключатель диапазонов.

Смонтированную плату прикрепляют ко дну футляра четырьмя винтами 5М2×5.

Монтажная плата приемника изготовлена из фольгированного гетинакса толщиной 2 *мм* (рис. 4) способом, неоднократно описывавшимся в журнале «Радио». Следует добавить, что наносить рисунок печатной схемы можно любой быстросохнущей краской или нитроэмалью. После протравливания краска хорошо смывается ацетоном. Если радиолюбитель не имеет возможности изготовить печатную схему, все соединения со стороны монтажа можно выполнить, используя голый посеребренный провод диаметром 0,5—0,8 *мм* или непосредственно выводы элементов схемы. Пазы (0,5×2 *мм*) в плате рассверливают сверлом; расположение их показано на рис. 3.

Выключатель питания. В приемнике применен сдвоенный выключатель питания (рис. 5), коммутирующий одновременно две цепи. При выключении приемника сферический выступ контактной пружины *3* западает в лунку ручки управления конденсатора C_1 и питание выключается при минимальной емкости конденсатора, когда роторные пластины полностью выведены из

статорных, а упор *12* оси ротора *11* коснулся упорного штифта.

При сборке выключателя прокладки *6* клеем БФ приклеивают к контактным пружинам, а упор *8* к упорной стойке *7*.

Переключатель диапазонов (рис. 6) монтируется непосредственно на монтажной плате, с нижней ее стороны.

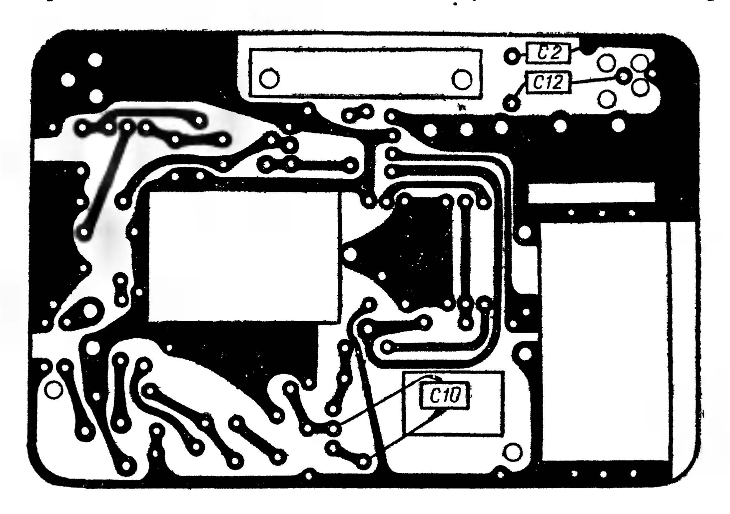


Рис. 4. Печатная плата приемника.

ны. Упорные стойки *4* расклепывают в соответствующих отверстиях. Неподвижные контакты *5* и *7* вставляют в пазы с нижней стороны монтажной платы и подгибают. При сборке движка переключателя в прорези платы *3* вставляют пружинящие контакты *6*; сверху накладывают плату *1* и обе платы скрепляют медными заклепками диаметром 1×4 *мм*, после чего размечают, рассверливают и опиливают трехмиллиметровые пазы и опиливают края отверстий. Собранный движок ставят на общую плату так, чтобы выступающие концы пружинящих контактов находились со стороны неподвижных контактов, а в пазы движка вошли упорные стойки *4*. Затем сверху накладывают плату *2* и выступающие концы стоек расклепывают.

Конденсатор переменной емкости. Детали конденсатора показаны на рис. 7. Статорные пластины *5*, ротор-

ные пластины *6* и диэлектрические прокладки *4* изготавливают по шаблонам. Остальные детали хорошо видны на рисунке, их изготовление пояснения не требует.

Сборку конденсатора производят в следующей последовательности. В основании *1* раскл..пывают стойки *9*

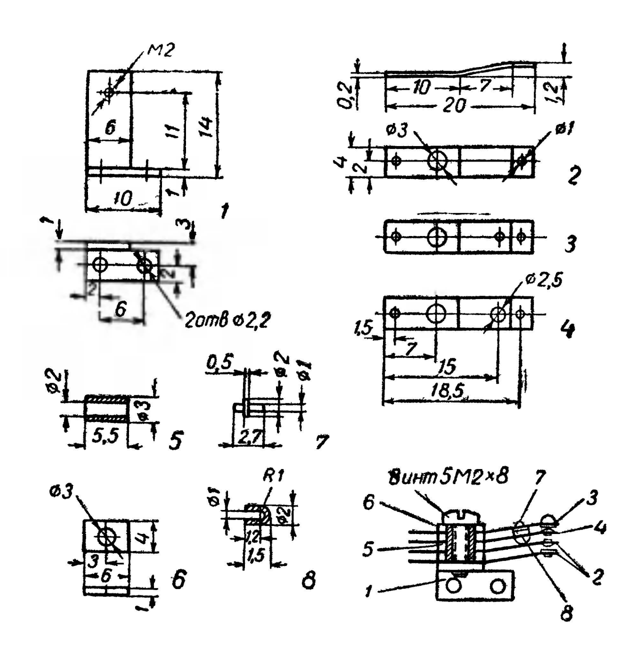


Рис. 5. Сдвоенный выключатель питания: *1*—угольник, ст.10, 1 шт.; *2, 3, 4* — пружины контактные, твердая листовая латунь, 4 шт; *5* — втулка изоляционная, эбонит, текстолит, органическое стекло, 1 шт.; *6* — прокладка изоляционная, гетинакс, 4 шт.; *7* — стойка упорная, латунь мягкая Л62, 1 шт.; *8* — упор, эбонит, текстолит, органическое стекло, 1 шт. Контакты серебряные или медные.

и *10*, а также впрессовывают два упорных штифта диаметром 1×4 *мм* и четыре штифта диаметром 1×10 *мм* (см. рис. 7, *б*).

На оси ротора *11* укрепляют упор *12*. Ось с упором вставляют в центральное отверстие основания *1*. Затем в отверстие диаметром 0,95 *мм* основания (7 и 2 *мм* от центра) вставляют фиксирующую шпильку диаметром

0,9—0,95 *мм* (вместо шпильки можно использовать швейную иглу).

Роторные пластины *6* надевают на ось *11*, прокладки *4* — на штифты диаметром 1×10 *мм*, статорные пластины *5* — на стойки *10* в таком порядке: пластина *6*,

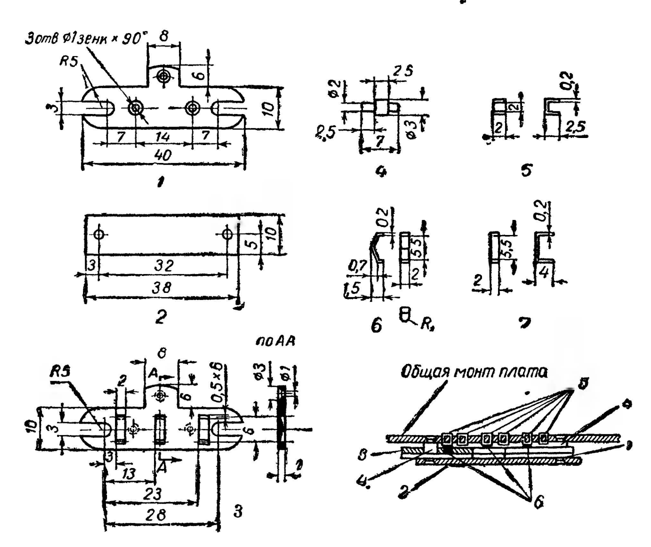


Рис. 6. Переключатель диапазонов: *1, 2, 3* — платы переключателя, гетинакс 1-*мм*, по 1 шт.; *4* — стойка упорная, латунь Л62, 2 шт.; *5* — малый неподвижный контакт, латунь мягкая листовая, 6 шт.; *6* — подвижный пружинящий контакт, твердая листовая латунь или бронза, 3 шт.; *7* — большой неподвижный контакт, латунь мягкая листовая, 3 шт.

шайба *14*, прокладка *4*, пластина *5*, две шайбы *14*, прокладка *4*, пластина *6*, шайба *14*, прокладка *4*, пластина *5*, две шайбы *14*, прокладка *4* и т. д.

Статорные пластины *5* и роторные пластины *6* накладывают друг на друга и через отверстия диаметром *1* фиксируют на шпильке.

После того как произведен полный набор, ось *11* поворачивают до упора со штифтом, пакет ротора стягивают гайкой 6М2 и вынимают шпильку. Затем в верхнюю плату *3* вставляют предварительно выгнутую контактную пружину *7*, а на стойки *10*, сверху пакета статора, надевают по одной шайбе *13*, после чего

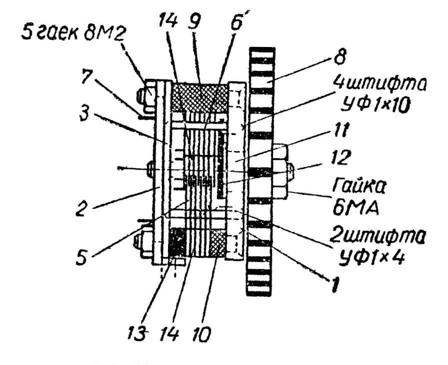


Рис. 7. Конденсатор переменной емкости: *1* — основание, гетинакс 2-*мм,* 1 шт.; *2* — кронштейн, ст. 10, 1 шт ; *3* — верхняя плата, гетинакс 1-*мм,* 1 шт.; *4* — прокладка, полистирол 0,04—0,06 *мм*; *5* — статорная пластина, латунь-64, 0,2 *мм,* 6 шт.; *6* — роторная пластина, латунь Л64 0,2 *мм,* 7 шт.; *7* — пружина контактная, латунь ЛС-59, 1 шт.; *8* — ручка управления, декоративное стекло 3-*мм,* 1 шт.; *9* — стойка, латунь ЛС-59, 2 шт.; *10* — стойка, латунь ЛС-59, 1 шт.; *11* — ось, латунь ЛС-59, 1 шт.; *12* — упор, латунь ЛС-59, 1 шт.; *13* — шайба, латунь ЛС-59, 2 шт.; *14* — шайба, латунь ЛС-59, 17 шт. Прокладки *4* в сборочном чертеже не показаны; они размещены между статорными и роторными пластинами.

плату *3* с контактной пружиной надевают на выступающие концы стоек *9* и *10*. Сверху платы накладывают кронштейн *2* и всю конструкцию стягивают четырьмя гайками М2. По окончании сборки проверяют, нет ли короткого замыкания между роторными и статорными пластинами, для чего к выводам статора и ротора подключают омметр и ось ротора поворачивают в ту и другую сторону до отказа. Данную операцию производят с установленной ручкой управления *8*.

Громкоговоритель. В приемнике применен электродинамический громкоговоритель обычной системы с П-образным магнитопроводом. Мощность громкоговорителя 100 *мвт*. Полоса воспроизводимых частот от 200 до 8 000 *гц*. Коэффициент нелинейных искажений по звуковому давлению при номинальной выходной мощности не более 5%.

Звуковая катушка громкоговорителя имеет 47 витков, намотанных в два слоя (25—22) провода ПЭЛ 0,08. Сопротивление звуковой катушки постоянному току 7 *ом*.

Постоянный магнит можно применить от промышленного громкоговорителя 1ГД-9, перешлифовав его на наждачном круге до следующих размеров: диаметр основания 18 *мм*, высота 20 *мм*, диаметр керновой части 12 *мм*, длина 6 *мм*.

Скоба и накладка магнитопровода изготовлены из стали марки ст. 10 толщиной 3 *мм*. Ширина скобы 20 *мм*, высота 22 *мм*, длина 30 *мм*. Накладка — 20×30 *мм*, в центре имеется отверстие диаметром 13,3 *мм*. Диффузородержатель громкоговорителя штампуют из мягкой латуни толщиной 0,5 *мм*. Наружный диаметр диффузородержателя 58 *мм*, высота 10 *мм*.

Диффузор изготовлен из фильтровальной бумаги толщиной 0,3 *мм* при помощи штампа, его диаметр 57 *мм*, высота 5 *мм*.

Каркас звуковой катушки выполнен из кабельной бумаги толщиной 0,1 *мм*. Диффузородержатель прикрепляют к накладке заклепками диаметром 1×4 *мм*. Все остальные соединения производят клеем БФ. Вес громкоговорителя 65 *г*.

Футляр приемника. Футляр приемника изготовлен из белого целлулоида толщиной 2 *мм*. Штампуют его при помощи матрицы и пуансона, изготовленных из текстолита.

Крышка футляра выпуклая, по диаметру громкоговорителя. Для ее штамповки необходимы все детали, входящие в комплект штампа. К матрице четырьмя винтами 2М4×15 привертывают дно, а к пуансону — шайбу. Заготовки размером 110×150 *мм* нагревают в термостате или духовке при температуре 80—100°С и штампуют под прессом или вручную. Данную операцию нужно производить быстро, так как остывшую заготовку будет труднее отштамповать, особенно вручную.

В обоих случаях матрица кладется на ровную и гладкую подставку — листовое оргстекло, гетинакс или текстолит толщиной 3—5 *мм*.

Пуансон держат в матрице поджатым до тех пор, пока изделие полностью не остынет, затем его осторожно выколачивают из матрицы. Лишние кромки обрезают лобзиком и зачищают напильником.

Затем к крышке футляра ацетоном приклеивают ободок из декоративного целлулоида толщиной 0,5 *мм* и шириной 8 *мм*. Ободок приклеивают по всей наружной стенке на ширину 4 *мм*. Другая половина ободка, выступающая за кромку, служит фиксатором и направляющей для соединения с дном футляра.

Для крепления громкоговорителя к крышке футляра приклеивают три выступа толщиной 3 *мм* с резьбой М2, а к дну футляра — стойки. Громкоговоритель прикрепляется к крышке при помощи металлических накладок толщиной 1 *мм* винтами 5М2×4, а монтажная плата — к стойкам винтами 8М2×5.

Все отверстия в футляре для доступа к гнездам и пазы под ручки управления отделаны декоративным целлулоидом толщиной 0,5 *мм*.

Подбор транзисторов и их режимы. В приемнике применены транзисторы со следующим коэффициентом усиления по току *B*: T_1—40, T_2—60, T_3—30, T_4—80, T_5, T_6, T_7, T_8—30. Режимы транзисторов подобраны по току коллекторов, которые составляют для T_1 0,8 *ма*, для T_2 1,2 *ма*, для T_3 0,5 *ма*, для T_4 1 *ма*. Выходной каскад не регулируется. Его транзисторы подбирают по идентичным параметрам: T_5 с T_6 и T_7 с T_8.

Питание. Питается приемник от четырех дисковых аккумуляторов типа Д-0,2 общим напряжением 5 *в*. Подзарядка разряженных аккумуляторов производится

непосредственно в футляре приемника (при выключенном питании) через специальные гнезда, вмонтированные в общую монтажную плату. В дне футляра для доступа к гнездам имеются два отверстия, обозначенные знаками + и —. Зарядка производится при помощи зарядного устройства, обеспечивающего зарядный ток 20 *ма*. Зарядное устройство снабжено переключателем, позволяющим производить переключения на имеющееся в сети напряжение 127 или 220 *в*. Время зарядки нормально разряженных аккумуляторов составляет 10—12 час.

Налаживание приемника

Перед налаживанием приемника необходимо тщательно проследить за правильностью монтажа и распайки концов деталей и выводов трансформаторов, а затем включить питание.

Правильно собранный, из заведомо исправных деталей, приемник сразу начинает работать.

Налаживать его следует начинать с усилителя НЧ. Для этого диод временно отпаивают от переменного сопротивления и на него подают сигнал от звукоснимателя или через делитель от трансляционной сети. Переменное сопротивление R_5 ставят в положение, соответствующее максимальной громкости. Изменяя величину сопротивлений R_8 и R_{11}, добиваются наиболее громкого и неискаженного звучания при минимальном токе коллекторов транзисторов T_3 и T_4. Миллиамперметр со шкалой 3—5 *ма* включают в разрывы их коллекторных цепей, обозначенных на схеме крестиком. Регулировку тока коллекторов указанных транзисторов удобно производить переменным сопротивлением, для чего поочередно из схемы отпаивают сопротивления R_{11} и R_8 и вместо них подключают переменное сопротивление. Изменяя величину этого сопротивления, добиваются такого положения, когда дальнейшее изменение сопротивления не увеличивает громкости, а ток коллектора начинает расти. Измерив омметром величину переменного сопротивления, на его место подпаивают соответствующее постоянное. Токи коллекторов транзисторов регулируются в пределах: для транзистора T_3 от 0,3 до 0,8 *ма*, для транзистора T_4 от 0,8 до 1,5 *ма*.

Желаемый тембр звучания регулируют конденсатором обратной связи C_{10}, включенным между коллектором и базой транзистора T_4. Однако чрезмерно уменьшать величину этого конденсатора не следует, так как это в значительной степени повлияет на частотную характеристику усилителя в области высших звуковых частот. Если при налаживании усилителя НЧ окажется, что указанные выше режимы транзисторов T_3 и T_4 не позволяют получить достаточную громкость звучания, то необходимо поменять местами концы одной из обмоток переходного трансформатора Tp_1 или уменьшить сопротивление нагрузки R_9 до необходимой величины.

После окончания настройки усилителя НЧ вывод диода подпаивают на прежнее место.

Налаживание усилителя ВЧ также начинают с подгонки режимов транзисторов. В качестве индикатора на выходе приемника может быть использован как громкоговоритель, так и вольтметр. О результатах настройки судят по максимальной громкости или максимальному напряжению на выходе при минимальном токе коллекторов транзисторов T_1 и T_2. Режим указанных транзисторов регулируется сопротивлениями R_1 и R_3 в цепи баз. В случае недостаточной громкости ток коллектора T_1 может быть увеличен до 2 *ма*. Однако это нежелательно, так как возрастет ток, потребляемый приемником в режиме «молчания». В случае чрезмерной громкости при токе коллекторов транзисторов в пределах для T_1 от 0,5 до 1 *ма* и для T_2 от 1 до 1,5 *ма* и при недостаточной избирательности необходимо поменять местами катушки L_5 и L_6 ВЧ трансформатора (катушку L_5 подключают в детекторную цепь, а обмотку L_6 в коллекторную цепь транзистора T_2). При этом несколько ухудшится чувствительность приемника и возрастет его избирательность. Если приемник возбуждается по высокой частоте, то необходимо поменять местами концы одной из обмоток ВЧ трансформатора. При настройке входных цепей приемника следует добиться оптимальной связи между катушками L_1 и L_3 и входом усилителя ВЧ, подбирая число витков катушек связи L_2 и L_4 и изменяя их расположение относительно катушек L_1 и L_3. Если избирательность приемника на каком-либо из диапазонов недостаточна, необходимо поменять местами концы катушки связи этого диапазона.

Настройку входных цепей приемника желательно производить при установленном громкоговорителе, так как его металлические части могут рассогласовать входные цепи приемника.

ЭЛЕКТРООРГАН

В. Усков, Т. Ускова

Блок-схема. При разработке схемы органа (рис. 1) был использован принцип октавного преобразования частоты. Задающие генераторы — а их в инструменте двенадцать — настроены на частоты в два раза большие, чем самые высокие частоты основных музыкальных тонов органа. С каждым задающим генератором связана цепочка из шести делителей частоты, которые делят частоты генераторов на 2, 4, 6, 8, 10 и 12. Кроме того, с каждого делителя частоты низкочастотный сигнал подается в блок клавиатуры. Таким образом на клавиатуру подаются сигналы всех 72 триггеров. Блок клавиатуры использован от пианино. Под каждой клавишей расположены контакты, через которые во время игры на инструменте при помощи одной или нескольких клавишей сигнал подается в блок манипуляции. Блок манипуляции представляет собой усилитель НЧ, который управляет атакой и затуханием звуков. Далее сигнал поступает в темброблок. В формантных цепях темброблока выделяются те или иные гармонические составляющие сложного НЧ сигнала и таким образом изменяется тембр звучания инструмента. Переключение отдельных тембров производится кнопочным переключателем. Из темброблока сигнал поступает в блок вибрато, работающий по принципу фазовой модуляции (схема такого вибрато подробно описана в брошюре И. Д. Симонова и С. Г. Корсунского «Электромузыкальные инструменты», Госэнергоиздат, 1957 г.). Следующим электрическим блоком инструмента является предварительный усилитель НЧ с ножной регулировкой усиления. Этот усилитель имеет низкоомный выход (катодный

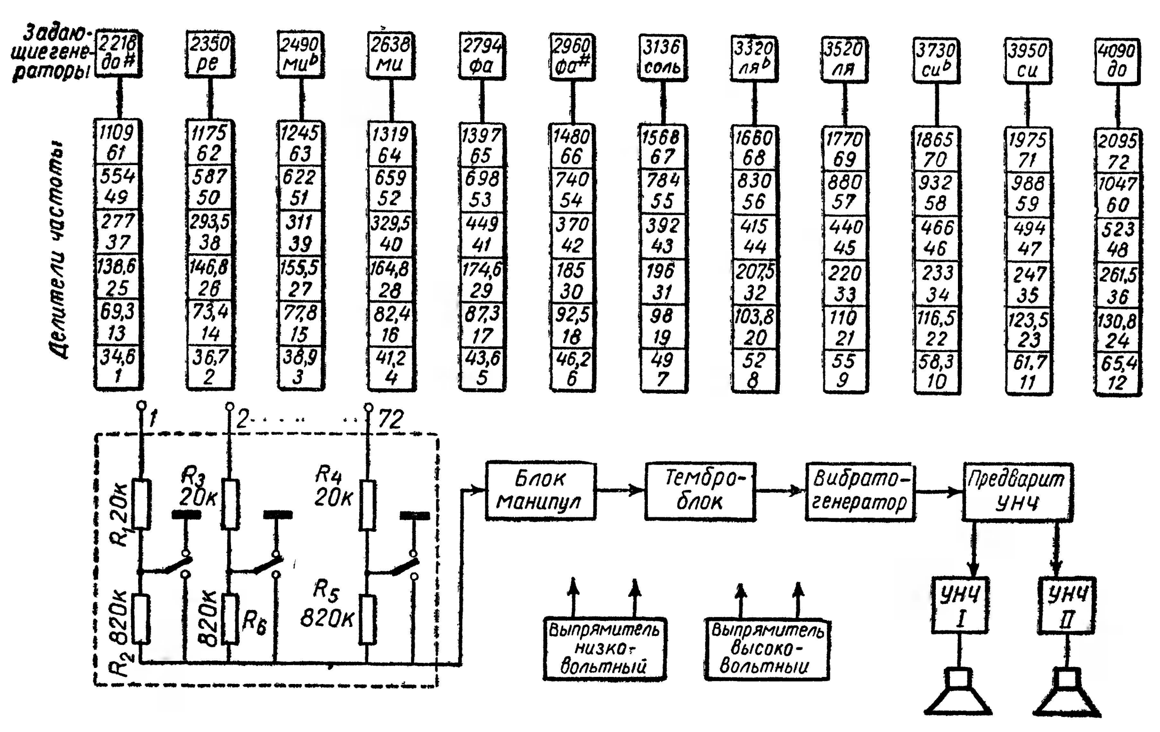


Рис 1. Блок-схема электрооргана и принципиальная схема блока клавиатуры.

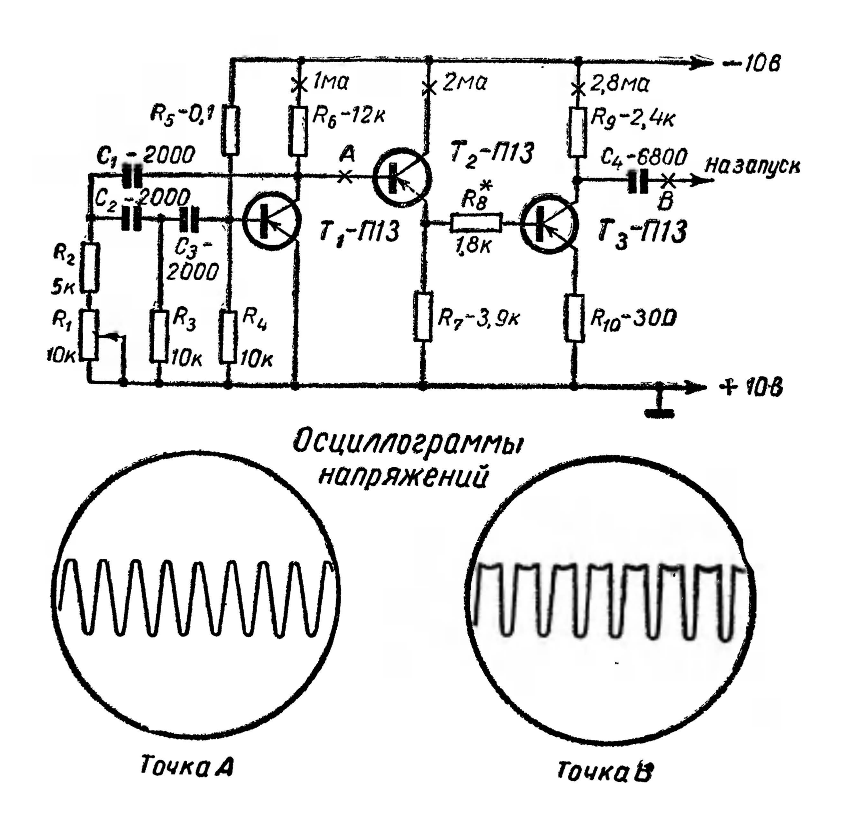


Рис. 2. Принципиальная схема задающего генератора.

повторитель) и работает на два оконечных усилителя НЧ. В обоих усилителях имеются RC фильтры, которые устанавливают полосу пропускания одного усилителя от 40 до 800 *гц*, а второго от 700 *гц* до 12 *кгц*. Первый усилитель НЧ нагружен на два громкоговорителя типа 6ГД-1 и 3ГД-2, а второй на четыре громкоговорителя — один типа 3ГД-2 и три 1ГД-9.

Блок задающих генераторов. Блок задающих генераторов состоит из двенадцати генераторов. Все двенадцать генераторов собраны по одной реостатно-емкостной (рис. 2) схеме. Рабочая частота генератора определяется постоянной времени цепочек RC, которые создают фазовый сдвиг между коллекторной и базовой цепями

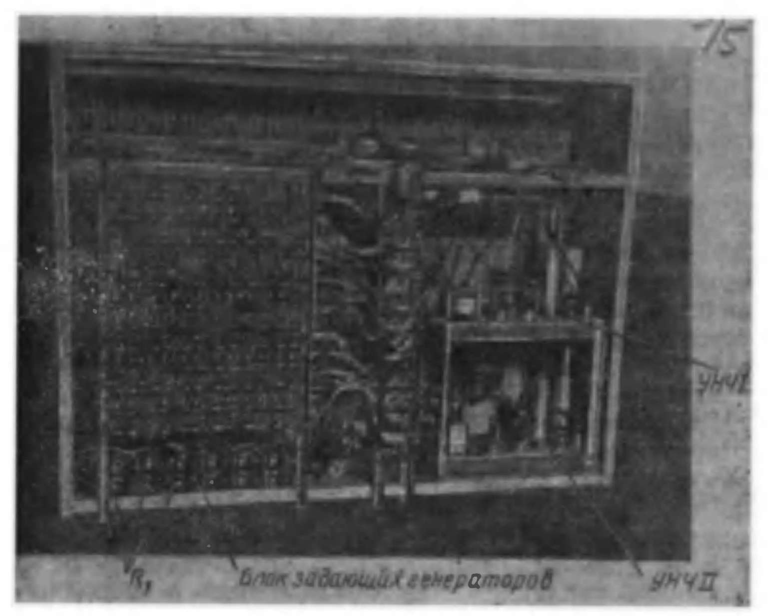


Рис. 3. Блок делителей частоты и задающих генераторов.

транзистора T_1. Для изменения частоты генератора сопротивление R_1 четырехполюсника RC делается переменным. Схема RC генератора стабильна и частота ее не зависит от изменения питающего напряжения. Генератор RC дает напряжение синусоидальной формы, а для запуска делителей, собранных по схеме триггеров, требуется прямой фронт запускающего импульса, поэтому в схему задающего генератора введен ключевой каскад, собранный на транзисторе T_3. Ключевой каскад согласуется с генератором с помощью эмиттерного повторителя, собранного на транзисторе T_2. На выходе ключевого каскада получается сигнал прямоугольной формы напряжением 8 *в*.

Блок генераторов собран на гетинаксовой плате размером 320×60 *мм,* толщиной 2 *мм* (рис. 3). В плате сверлом 1 *мм* сверлят отверстия и через них пропускают выводы деталей. Монтаж производится с другой стороны платы. На этой же плате находятся двенадцать потенциометров R_1 настройки генераторов. При правильно собранной схеме генератор начинает работать сразу.

Для предварительной настройки генератора на нужную частоту лучше всего пользоваться осциллографом и звуковым генератором, сравнивая частоту собранного задающего генератора с частотой звукового генератора по фигурам Лиссажу. Настраивать генератор точно на его частоту вначале не требуется, необходимо только убедиться, что генератор дает нужную частоту в среднем положении движка потенциометра. Если же требуемую частоту генератор дает в крайних положениях движка потенциометра, то следует изменить величину сопротивления R_2. Ключевой каскад на транзисторе T_3 регулируется сопротивлением R_8 до тех пор, пока при отсутствии сигнала на входе эмиттерного повторителя T_2 транзистор T_3 не будет закрыт, а при подаче сигнала от RC генератора полностью открыт. На этом регулировку задающих генератора заканчивают. Окончательную настройку должен производить с помощью потенциометра R_1 настройщик музыкальных инструментов после того, как весь инструмент будет построен.

Блок делителей частоты содержит двенадцать плат (по числу тонов), на каждой из которых находится шесть триггеров (рис. 4). Первый триггер каждой платы запускается от задающего генератора своего тона: второй от первого, третий от второго и т. д. и, наконец, шестой от пятого (см. рис. 1). Функции делителей частоты выполняют триггеры. Для их запуска синусоидальное напряжение на выходе задающих генераторов преобразуется в прямоугольные импульсы, которыми и запускаются первые триггеры делителей частоты. На выходе триггера получается сигнал прямоугольной формы, частота которого в два раза меньше частоты запускающего сигнала. С первого триггера каждой цепочки делителей сигнал поступает на второй триггер и далее на третий, четвертый и т. д. (см. блок-схему). Триггеры имеют два устойчивых состояния и переключаются при подаче в коллекторные цепи транзисторов положительных запускающих импульсов, которые открывают закрытые транзисторы и закрывают открытые. Если схема собрана правильно, то никакой дополнительной настройки делителей частоты производить не надо.

Конструкция. Блок делителей сконструирован на двенадцати гетинаксовых платах (см. рис. 3) размером

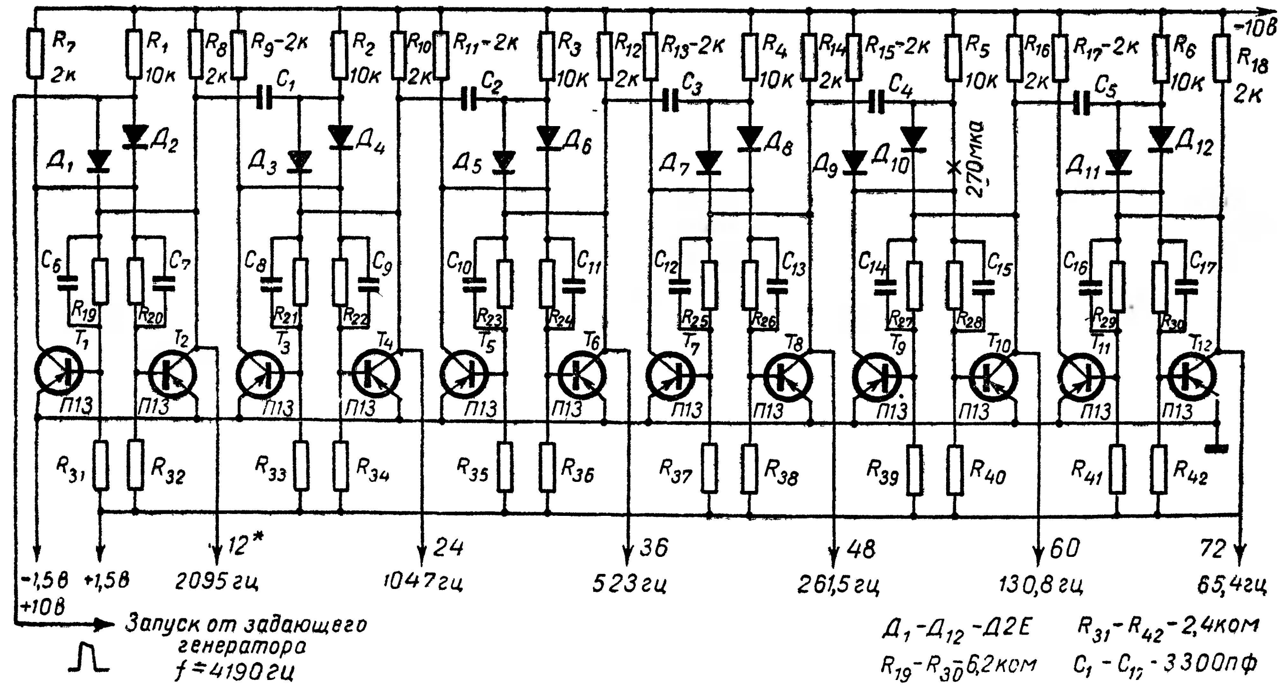


Рис. 4. Принципиальная схема линейки делителей частоты тона «до»; стрелки указывают номер клавиши, к контакту которой идет выход.

320×30 *мм.* Все линейки делителей крепятся по краям двумя угольниками в общий блок. К этим же угольникам крепится блок задающих генераторов (см. рис. 3).

Блок манипуляции выполнен на пяти транзисторах (рис. 5). Каскад формирования импульсов выполнен на транзисторе T_5. В эмиттерную цепь его включены последовательно два сопротивления R_{10}, R_{11}; их выбирают с таким расчетом, чтобы при двух включенных со-

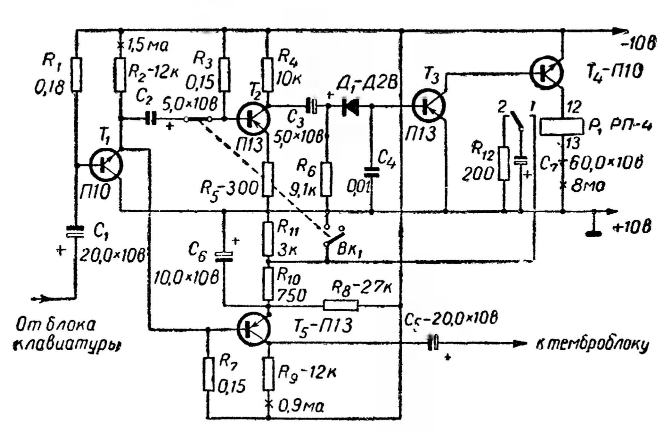


Рис. 5. Принципиальная схема блока манипуляции.

противлениях транзистор закрывался, а при замыкании сопротивления R_{11} накоротко открывался. Работает схема следующим образом. При нажатии на одну или несколько клавиш НЧ сигнал через конденсатор C_1 подается на базу транзистора T_5, который в этот момент закрыт. Одновременно напряжение сигнала с сопротивлений R_{10} и R_{11} через конденсатор C_2 подается на усилитель НЧ, собранный на транзисторе T_2. Усиленный НЧ сигнал выпрямляется диодом $Д_1$ и подается на двухкаскадный усилитель постоянного тока. В коллекторную цепь последнего каскада этого усилителя включено реле P_1. При замыкании клавишных контактов реле P_1 срабатывает и его якорь перекидывается от контакта *2* к контакту *1*. Электролитический конденсатор C_7 большой емкости на короткое время подключается параллельно сопротивлению R_{11}. За это время напряжение на конденсаторе C_6 уменьшается настолько, что от-

крывается транзистор T_5 и конденсатор C_6 через сопротивления R_8 и R_{10} начинает заряжаться. Он заряжается до тех пор, пока транзистор T_5 вновь не закроется. Величины сопротивления R_{10} и конденсатора C_6 определяют время нарастания сигнала, а конденсатора C_7 и сопротивлений R_8, R_{10} — время затухания. Конденсатор C_7 при размыкании клавишных контактов разряжается через сопротивление R_{12}. Если тумблером $Вк_1$ замкнуть накоротко сопротивление R_{11}, то возникновение и затухание звука будет происходить мгновенно. Время нарастания и спада сигнала можно сократить, подобрав величины сопротивлений и конденсаторов в цепочках $R_{10}\,C_6$ $R_8\,C_7$ до величины, необходимой для работы органа в «щипковом регистре». Для согласования большого выходного сопротивления блока клавиатуры с низким входным сопротивлением блока манипуляторов служит усилитель, выполненный по схеме с общим коллектором на транзисторе типа П10. Входное сопротивление этого каскада на частоте 800 *гц* равняется 0,15 *Мом*. Налаживание блока манипуляции сводится к проверке монтажа, механической настройке реле с односторонним преобладанием и подгонке величины сопротивления R_8

Темброблок собран на двойном триоде 6Н16Б (рис. 6, *а*), причем на левой (по схеме) половине этой лампы собран входной усилитель, а на правой — катодный повторитель. С анодной нагрузки R_2 выходного усилителя низкочастотный сигнал поступает на формантные цепи $L_с$. Кнопочный переключатель $П_1$ позволяет включать различные цепи $L_с$ и таким образом выделять одну или несколько звуковых частот в диапазоне от 300 до 5 000 *гц*. При нажатии одной из девяти кнопок переключателя на обмотку соответствующего реле подается постоянное напряжение 27 *в*. При этом первая контактная группа реле включает свою формантную цепь, а вторая блокирует обмотку реле, так что, когда кнопку отпускают, на обмотке реле остается напряжение 27 *в*. Для включения одного или нескольких включенных реле служит кнопка «Сброс» ($Кн_1$), размыкающая общий земляной провод для всех реле. С формантных цепей сигнал поступает на управляющую сетку лампы катодного повторителя, а с его нагрузки R_7 — в блок вибрато.

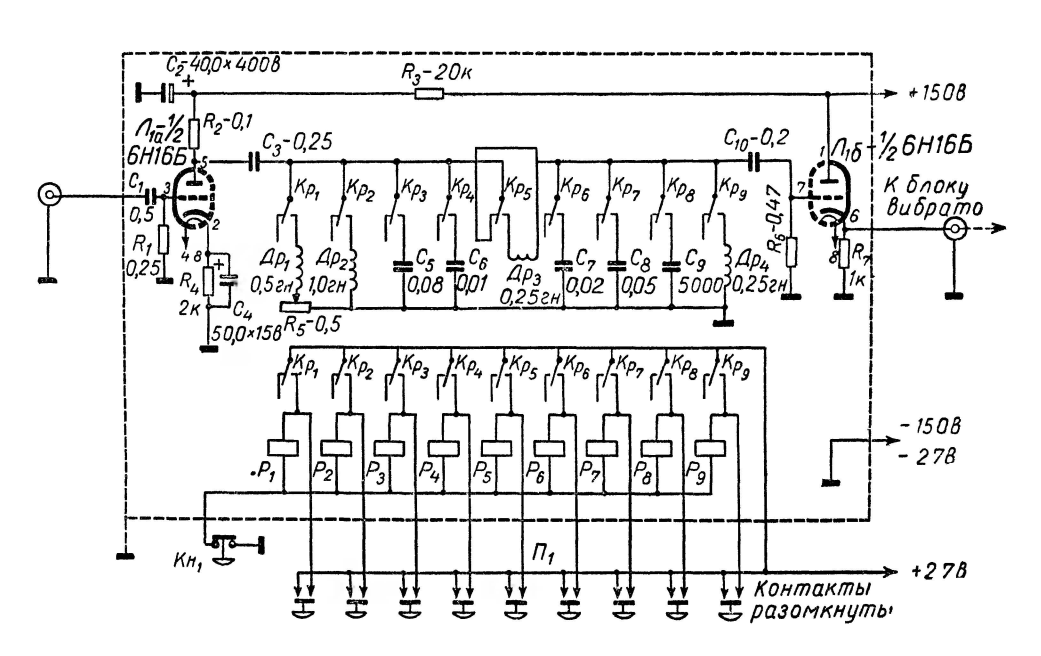


Рис. 6а Принципиальная схема темброблока.

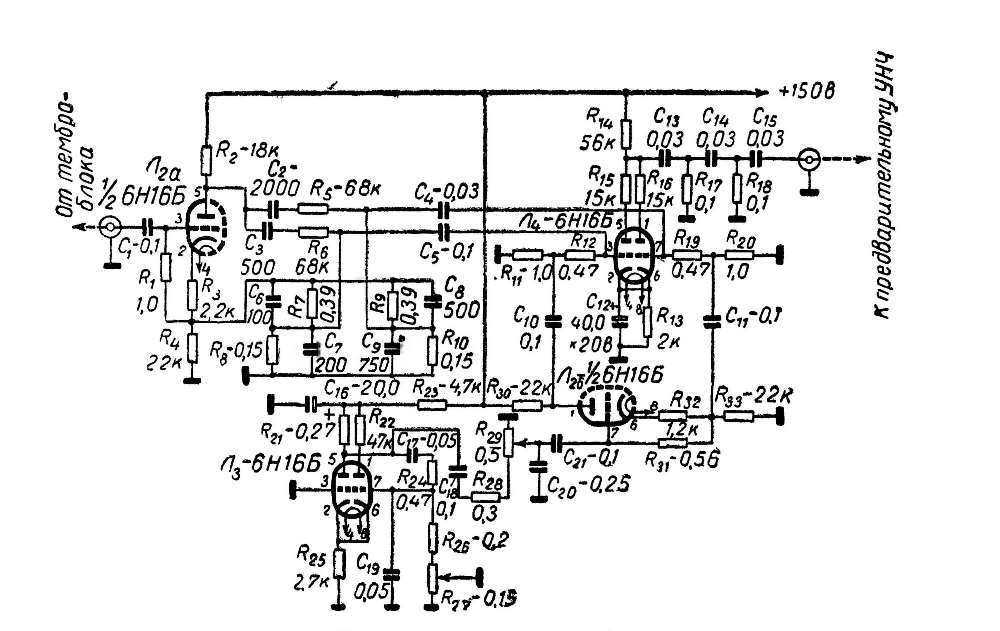


Рис. 6б. Принципиальная схема блока вибрато.

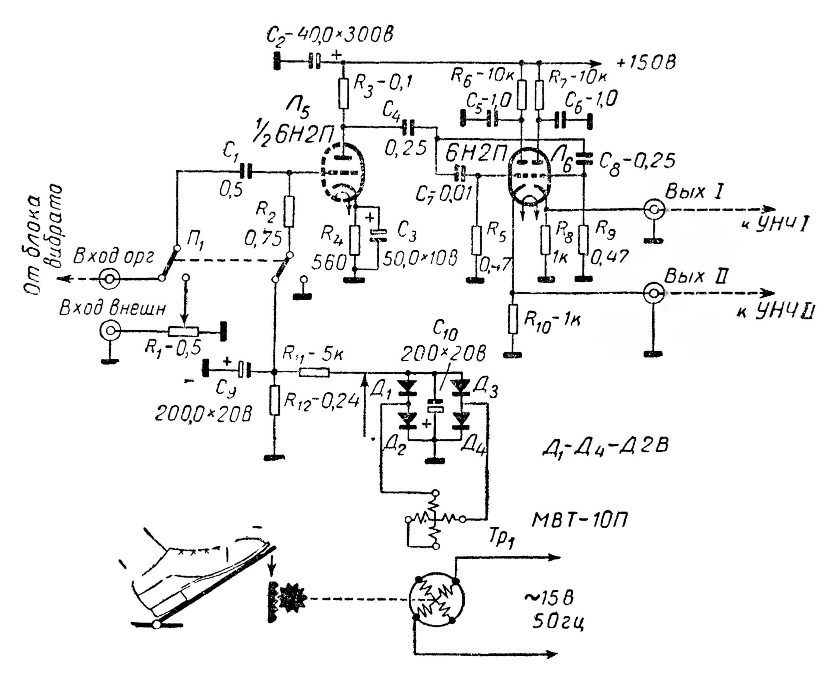


Рис. 6в. Принципиальная схема блока усилителей НЧ.

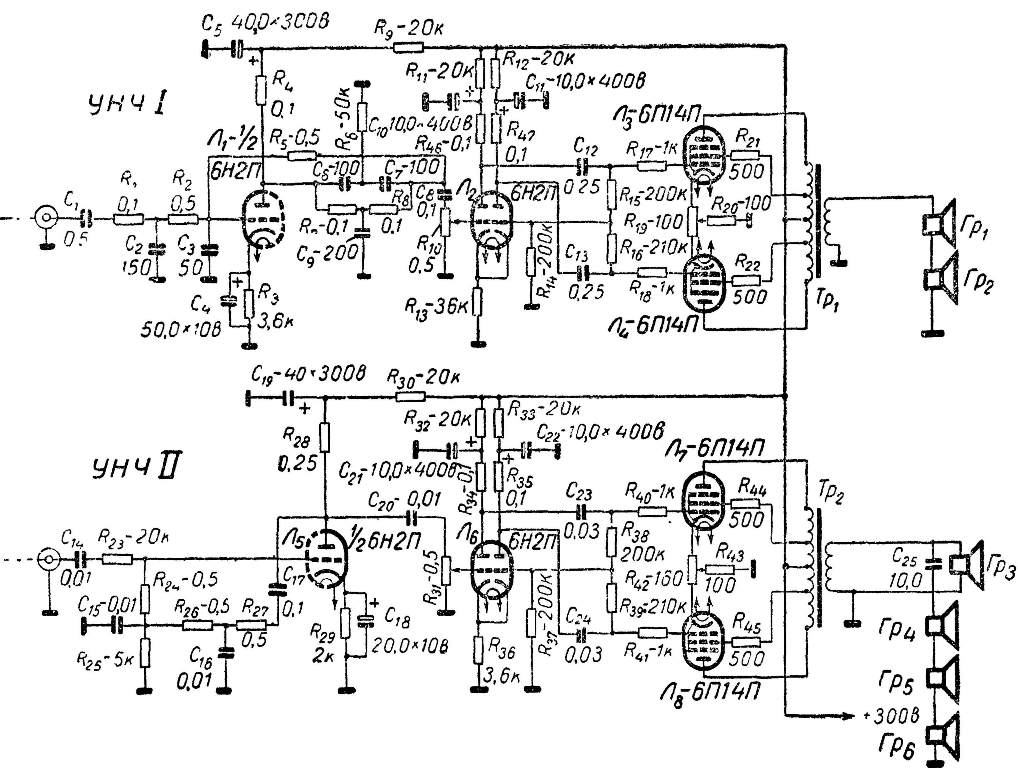


Рис. 6г. Принципиальная схема блока усилителей НЧ.

Весь темброблок смонтирован в стальной хорошо экранированной коробке. Реле применены типа РЭС-9, лампу 6Н16Б можно заменить лампой 6Н2П. Гнезда «Вход» и «Выход» через специальные разъемы кабелем РК-19 соединены соответственно с блоками манипуляции и вибрато. Дроссели можно применять любого типа, лучше же намотать их на пермаллоевом сердечнике. Индуктивности дросселей указаны на принципиальной схеме (см. рис. 6).

Блок вибрато (см. рис. 6, *б*) изменяет фазу поступающего на него звукового сигнала и переключает его на следующие блоки с частотой 5—12 *гц*. Блок вибрато собран на трех лампах $Л_2$, $Л_3$, $Л_4$ типа 6Н16Б. На лампе $Л_3$ собран генератор подтональной частоты 5—12 *гц*. На левой (по схеме) половине лампы $Л_2$ собран фазоинвертор основного сигнала, а на правой — сигнала, поступающего от генератора подтональной частоты. Лампа $Л_4$ выполняет функции переключателя, на ее сетку поступают сдвинутые по фазе сигналы с фазоинверторных каскадов. Эта лампа работает в таком режиме, что при увеличении усиления одного из триодов уменьшается усиление второго и наоборот. Фаза сигнала на выходе каскада переключателя непрерывно меняется с частотой 5—12 *гц*, что создает определенную окраску звука электромузыкального инструмента. Потенциометр R_{27} изменяет частоту вибрато, а R_{29} — его глубину.

Предварительный усилитель НЧ (см. рис. 6, *в*) состоит из входного усилителя на лампе $Л_5$ и двух катодных повторителей на лампе $Л_6$ типа 6Н2П. Последние позволяют согласовать предварительный усилитель со входом оконечных усилителей НЧ. Переключатель $П_1$ на входе усилителя позволяет, помимо органа, использовать усилитель для работы от приемника, магнитофона и другой звуковоспроизводящей аппаратуры (одновременно отключается ножной регулятор громкости). От применяющихся во многих электромузыкальных инструментах регуляторов громкости в виде переменных сопротивлений пришлось отказаться, так как они слишком быстро выходят из строя. В органе функции регулятора громкости выполняет вращающийся трансформатор $Тр_1$. На него подается напряжение порядка 15 *в* частотой 50 *гц*, а выходное напряжение регулируется в пределах

от 0 до 12 *в* в зависимости от угла поворота ротора трансформатора, который меняется при нажатии на педаль. Переменное напряжение с вращающегося трансформатора выпрямляется выпрямителем, собранным по мостовой схеме на диодах $Д_1 — Д_4$ типа Д2В, сглаживается фильтром C_{10} R_{11} C_9 и в минусовой полярности через сопротивление R_2 подается на управляющую сетку лампы $Л_5$. При изменении угла поворота ротора трансформатора меняется смещение на сетке лампы $Л_5$, а следовательно, и ее коэффициент усиления.

Вращающийся трансформатор типа МВТ-10П применен на частоту 400 *гц;* он имеет значительно меньшие габариты, чем трансформатор на 50 *гц*.

Оконечный усилитель НЧ (см. рис. 6, *г*) собран по двухканальной схеме на трех лампах типа 6Н2П и четырех лампах типа 6П14П. Усилитель НЧ *I* усиливает звуковые сигналы в диапазоне от 30 до 800 *гц*, а усилитель НЧ *II*—в диапазоне от 700 *гц* до 12 *кгц*. Оконечные каскады обоих усилителей собраны по ультралинейной схеме. Выходные трансформаторы применены от приемника «Фестиваль», вторичные обмотки их перемотаны в расчете на другие громкоговорители. Усилители монтируют на отдельных шасси, которые соединяют друг с другом угольниками.

Питается инструмент от двух выпрямителей — высоковольтного и низковольтного. От высоковольтного выпрямителя питаются блоки, собранные на лампах, блок вибрато, предварительный усилитель НЧ и два оконечных усилителя НЧ. От низковольтного стабилизированного выпрямителя питаются блок задающих генераторов, блок делителей частоты и блок манипуляции. Подобный выпрямитель описан в журнале «Радио» № 12 за 1962 г. в статье В. Нуждина «Стабилизированный блок питания».

Общая конструкция органа и компоновка деталей. Основные узлы органа (рис. 7) размещаются в двух отсеках. В нижнем отсеке, занимающем 90% всего объема конструкции, расположены блоки выпрямителей и усилителей. Все громкоговорители, за исключением 1ГД-9, расположены фронтально. Громкоговорители 1ГД-9 располагаются под решетками с правой и левой стороны органа. Там же размещен блок задающих генераторов вместе с блоком делителей частоты и блок вибрато

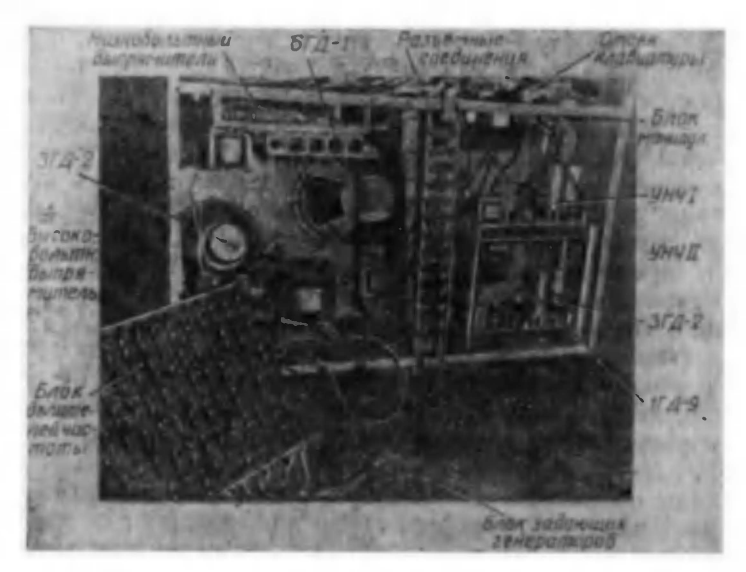


Рис. 7. Конструкция электрооргана (вид сзади со снятым блоком делителей частоты и с блоком задающих генераторов).



Рис. 8. Внешний вид электрооргана.

с предварительным усилителем НЧ. В верхнем отсеке находятся выдвигающаяся клавиатура и темброблок (рис. 8). Внешняя фронтальная доска с громкоговорителями расположена под некоторым углом к боковым сторонам конструкции. Перед игрой на органе клавиатура выдвигается из верхнего отсека вперед, скользя по специальным направляющим. Все межблочные соединения в органе выполнены с помощью разъемов.

ИСПЫТАТЕЛЬ ТРАНЗИСТОРОВ

В. Морозов

В радиолюбительской практике при настройке различной аппаратуры часто бывает необходимо проверить исправность транзисторов и измерить их основные параметры. Обычно параметры, которые нужно знать при расчете схем, приводятся в справочных данных на каждый тип транзистора, однако даже по техническим условиям они могут иметь значительный разброс. Например, один из наиболее существенных параметров транзистора — коэффициент усиления по току при слабом сигнале B — для различных экземпляров одного и того же типа может отличаться в 5—10 раз. Значительный, хотя и меньший разброс допускается для начального тока коллектора $I_{ко}$. Указанные параметры наиболее важны для применения транзисторов в радиолюбительской аппаратуре, поэтому приборы для их измерения получили широкое распространение. В большинстве приборов, описанных в радиолюбительской литературе, применяется одна и та же методика измерения усиления на постоянном токе, причем усиление по току находится как частное от деления тока коллектора на ток базы. Ток коллектора измеряется в схеме с общим эмиттером и оторванной базой, ток базы задается с помощью фиксированного сопротивления. Измерения производятся при произвольных напряжениях и токах, в ряде случаев превышающих предельно допустимые величины. Режимы различных экземпляров транзисторов

зависят от усиления и при измерении оказываются разными, что затрудняет их сравнение. Приращения токов выбираются значительными. Поэтому указанные приборы можно скорее считать индикаторными, чем измерительными. В тех случаях, когда точность измерений стремятся повысить, применяя, например, компенсационный метод, сложность приборов резко возрастает и измерения на постоянном токе теряют свое основное преимущество — простоту.

Из промышленных приборов для радиолюбительских целей наиболее подходит портативный испытатель транзисторов ИПТ-1, описанный в журнале «Радио» № 3 за 1961 г. Однако из-за относительной сложности копировать его схему и конструкцию радиолюбителям вряд ли целесообразно. Кроме того, прибор ИПТ-1, хотя и использует более строгий метод измерения на малом переменном сигнале, не лишен ряда недостатков. В первую очередь это относится к поддержанию заданного режима транзистора при измерениях. Известно, что усиление транзистора по току сильно зависит от тока эмиттера и менее сильно от напряжения коллектора. В приборе ИПТ-1 при разряде источников питания напряжение коллектора снижается с 4,5 до 3,5—3,6 *в*, а ток эмиттера с 1 до 0,8—0,85 *ма*. Совместное воздействие этих факторов может привести к различию величин *B* одного и того же транзистора, измеренного на разных приборах или на одном приборе в разное время, на 10—15% при гарантируемой точности измерений около 5%. Для транзисторов П401—П403 и некоторых других усиление по току должно измеряться при токе эмиттера 3—5 *ма*. При проверке их на приборе ИПТ-1 усиление по току может оказаться ниже минимально допустимого по техническим условиям, что приведет к необоснованной отбраковке годных транзисторов. Из сказанного ясно, что при измерении параметров транзисторов необходимо точно поддерживать заданный режим.

В ряде приборов режим транзистора можно устанавливать и плавно менять с помощью каких-либо регулировок. Это позволяет проследить зависимость параметров транзистора от режима. Однако такой прибор слишком сложен, особенно если применяются схемы автоматической стабилизации режима. Такие приборы

выполняются, как правило, с питанием от сети переменного тока.

В приборе, описанном ниже, схема стабилизации тока эмиттера выполнена на одном транзисторе и содержит небольшое количество деталей.

Основные данные и принцип действия прибора

Прибор предназначен для измерения коэффициента усиления транзистора по току B в схеме с общим эмиттером и обратного тока коллекторного перехода $I_{ко}$ маломощных транзисторов типа *р-п-р*. Коэффициент B измеряется при слабом сигнале на переменном токе частотой 1 000 *гц*. Напряжение коллектора транзистора составляет 5 *в*, ток эмиттера задан равным 1 или 5 *ма*. В этих же режимах можно измерять входное сопротивление транзистора на частоте 1 000 *гц*, подключив добавочное сопротивление к специальным клеммам.

Отсчет величины обратного тока производится непосредственно по шкале микроамперметра, отсчет коэффициента усиления по току и калибровка — по дополнительной нелинейной шкале или же по основной шкале с помощью таблицы. Пределы измерений $I_{ко}$ от 0 до 50 *мка*, B от 10 до 200. Питается прибор напряжением 9 *в* от двух последовательно соединенных батарей типа КБС-0,5. Ток, потребляемый всеми цепями прибора, за исключением испытываемого транзистора, составляет 8 *ма*.

Принципиальная схема прибора показана на рис. 1. При подключении проверяемого транзистора $T_п$ к клеммам *Э, Б, К* для переменного тока он оказывается включенным по схеме с общим эмиттером. В цепь транзистора коллектора $T_п$ включены измерительное сопротивление R_{19} и сопротивления R_{17} и R_{18}, переключаемые так, что при токе эмиттера 1 и 5 *ма* напряжение коллектора остается постоянным. В цепь эмиттера транзистора $T_п$ может включаться сопротивление R_{12} или R_{13} в зависимости от требуемого режима. Заданный режим поддерживается автоматически с помощью дополнительного каскада усилителя постоянного тока, выполненного на транзисторе T_3. Смещение на базу транзистора T_3 подается с сопротивления R_{12} или R_{13}, а на базу транзистора $T_п$ — с коллектора транзистора T_3 через сопротив-

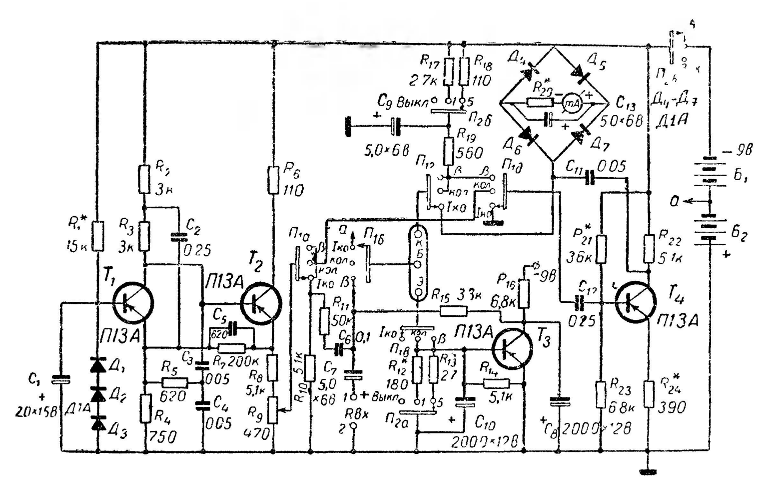


Рис. 1. Принципиальная схема прибора.

ление R_{15}. Если по каким-либо причинам ток эмиттера транзистора $T_п$ возрастет, увеличится смещение на базе транзистора T_3 и уменьшится напряжение на его коллекторе. Поэтому ток базы транзистора $T_п$ также уменьшится и ток его эмиттера вернется к прежнему значению. Чтобы предотвратить отрицательную обратную связь по переменному току, база и коллектор транзистора T_3 соединены с общим плюсом через конденсаторы большой емкости C_8 и C_{10}.

Режим прибора поддерживается с такой точностью, что при измерении транзисторов с коэффициентом усиления по току от 0,94 до 0,995 (по прибору ИПТ-1) ток эмиттера на пределе 1 *ма* меняется от 1 до 1,08 *ма,* а на пределе 5 *ма* от 5 до 5,15 *ма.* При изменении окружающей температуры с 20 до 40° С ток эмиттера изменяется не более чем на 5%. Высокая температурная стабильность тока эмиттера транзистора $T_п$, помимо отрицательной обратной связи, усиливается еще и тем, что из-за увеличения начального тока транзистора T_3 его коллекторное напряжение уменьшается сильнее, чем из-за изменения напряжения на сопротивлении R_{12} или R_{13}. При определенной величине обратного тока коллектора транзистора T_3 в некотором интервале температур может наступить полная компенсация температурного дрейфа тран-

зистора $T_п$. Практически же увеличение начального тока транзистора $T_п$ почти всегда преобладает, так как у него в цепи эмиттер — база велико сопротивление постоянному току. Поэтому, если взять транзистор T_3 с повышенным начальным током до 20—40 *мка,* температурная стабильность режима транзистора $T_п$ улучшится.

Генератор испытательного сигнала частоты 1 000 *гц* выполнен на транзисторе T_1 по схеме с преобразованным Т-образным мостом в цепи обратной связи, состоящим из сопротивлений R_2, R_3, R_5 и конденсаторов C_2, C_3, C_4. Весьма важно, чтобы за время измерений амплитуда генератора менялась возможно меньше, поэтому режим генератора стабилизирован по постоянному току. Напряжение смещения на базу транзистора T_1 снимается с последовательно соединенных германиевых диодов $Д_1$—$Д_3$. Поскольку динамическое сопротивление диодов невелико, относительное изменение смещения на базе при изменении питающего напряжения снижается. Кроме того, при увеличении температуры прямое сопротивление диодов уменьшается, что способствует постоянству коллекторного тока транзистора T_1.

Выходное напряжение генератора (около 1,6 *в эфф*) с коллектора транзистора T_1 подается на базу эмиттерного повторителя, выполненного на транзисторе T_2. Для коррекции формы выходного напряжения с эмиттера T_2 на эмиттер T_1 подается напряжение обратной связи через цепочку R_7C_5. Выходное напряжение эмиттерного повторителя с сопротивления R_9 через цепочку $R_{11}C_6$ подводится к базе проверяемого транзистора. Чтобы нагрузка каскада эмиттерного повторителя при измерении и калибровке была одинаковой, в положении переключателя $П_1$ «Измерение B» к его выходу присоединяется сопротивление R_{10}, равное входному сопротивлению транзистора T_4. Величины сопротивлений R_{11} и R_{19} выбраны так, что при усилении по току проверяемого транзистора, равном 100, напряжения на выходе повторителя и на сопротивлении R_{19} равны между собой. Поэтому, если при калибровке прибора, регулируя сопротивление R_9, установить стрелку прибора μA на край шкалы, то при измерении B полное отклонение стрелки будет соответствовать $B = 100$. Измеряемое напряжение частотой 1 000 *гц* через конденсатор C_{12}

подается на базу усилителя сигнала, выполненного на транзисторе T_4.

Усиленное напряжение выпрямляется мостиком из диодов $Д_4$—$Д_7$ и через сопротивление R_{20} подается на прибор μА. Режим транзистора T_4 по постоянному току стабилизирован по схеме трех сопротивлений. Кроме того, незашунтированное сопротивление в эмиттере стабилизирует усиление (равное примерно 10) по переменному току. Так как напряжение генератора при калибровке и напряжение на сопротивлении R_{19} при измерении отсчитывается по одному и тому же вольтметру, некоторые изменения напряжения генератора и усиления транзистора T_4 не сказываются на точности результата измерения.

Измерение тока $I_{ко}$ производится при отсоединенном эмиттере и напряжении 4—4,5 *в* обычным способом. При этом последовательно с прибором оказывается подключенным сопротивление R_{20}. На результат измерения оно не влияет, но предохраняет прибор в случае повреждения транзистора. Для измерения входного сопротивления к клеммам *1* и *2* присоединяют добавочное сопротивление и подбирают величину его так, чтобы показания прибора, измеряющего *B*, уменьшились вдвое. В этом случае добавочное сопротивление будет равно входному. В качестве добавочного можно использовать переменное сопротивление, величина которого замеряется после подбора, или набор из пяти-шести постоянных сопротивлений от 500 *ом* до 3 *ком.*

Методические погрешности выбранной схемы измерения *B* обусловлены отличием ее от идеальной. Ток сигнала при измерении *B* должен задаваться генератором тока, т. е. источником с бесконечно большим внутренним сопротивлением. В данном же случае сопротивление источника сигнала близко к величине сопротивления R_{15}. Однако поскольку названное сопротивление примерно в 10—15 раз превышает входное сопротивление проверяемого транзистора, условие холостого хода на входе можно считать выполненным достаточно хорошо. Сопротивление в цепи коллектора транзистора $T_п$ не равно нулю, как это требуется для измерения *B*. Но, учитывая, что сопротивление R_{19} по крайней мере в 20—25 раз меньше выходного сопротивления транзистора $T_п$, измеренное значение коэффициента *B* окажется

ниже истинного на незначительную величину. Нужно также учесть, что точное измерение *B* и входного сопротивления следует производить при малом сигнале, в линейном режиме. Входную характеристику можно считать линейной для переменной составляющей напряжения между эмиттером и базой 20—25 *мв*. Это условие выполнено с достаточным запасом. Входную характеристику можно считать линейной в пределах отклонений 5—10% от заданной рабочей точки. В данном приборе при токе коллектора 5 *ма* это условие также выполнено. При токе 1 *ма* переменная составляющая тока коллектора транзистора $T_п$ составляет около 25% от величины его в исходной рабочей точке. Погрешность, вызываемая нелинейностью, несколько снижается из-за применения двухполупериодного выпрямителя, усредняющего значения положительных и отрицательных амплитуд сигнала.

Анализ погрешностей и сравнительные измерения, произведенные промышленным прибором ИПТ-1, позволяют оценить точность измерения данным прибором в пределах ±10%, что в большинстве случаев вполне достаточно для радиолюбительских целей. Точность измерения входного сопротивления несколько хуже и составляет ±20%.

Конструкция и детали

Корпус. Монтажная плата. Прибор размещен в металлическом корпусе размерами 180×105×80 *мм*. Лицевая панель (рис. 2) выполнена из алюминиевого сплава или другого листового немагнитного материала толщиной 3 *мм*. На ней установлены измерительный прибор μA, зажимы для подключения испытываемых транзисторов, переключатели $П_1$ и $П_2$, сопротивление $R_э$, а также клеммы *1* и *2*. Панель прикреплена двумя винтами М3 к угольникам, приклепанным к стенкам корпуса (рис. 3). Корпус можно изготовить из любого материала толщиной 0,8—1 *мм*. В его нижней части имеются отгибы, предназначенные для крепления дна. Внутри корпуса закреплена перегородка из гетинакса толщиной 2—3 *мм*, разделяющая его на два отсека — для монтажной платы и для источников питания. Перегородка прикреплена к угольникам двумя винтами так, что расстоя-

ние ее от верхнего края корпуса составляет 54 *мм*. Монтажная плата (рис. 4) изготовлена из гетинакса толщиной 3 *мм*. Опорными точками служат штырьки из луженого медного провода диаметром 0,8—1 *мм*, длиной 9 *мм*, выступающие с ее обратной стороны на 2 *мм*. Со-

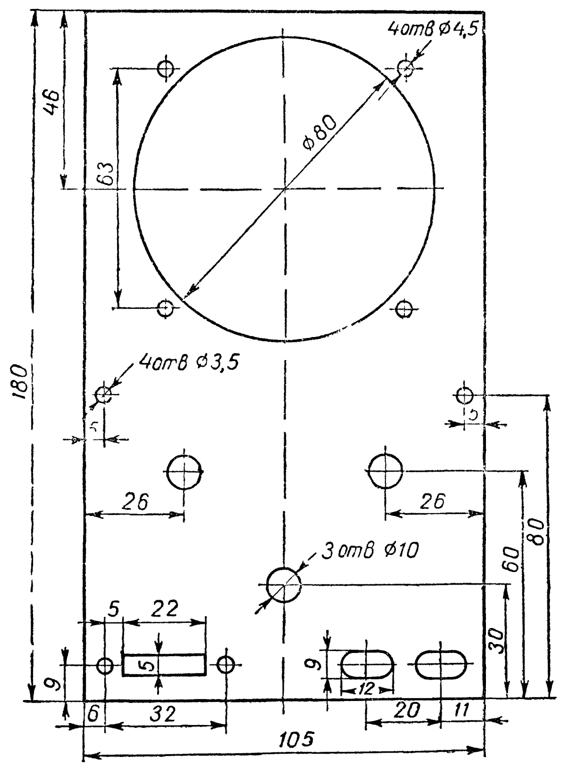


Рис. 2. Лицевая панель.

единения, выполненные с обратной стороны платы, показаны на монтажной схеме (рис. 5) пунктиром. На монтажной плате размещены все основные детали прибора: транзисторы, диоды, конденсаторы и сопротивления (за исключением конденсатора C_9 и сопротивления R_{19}, смонтированных непосредственно на лепестках переключателей $П_1$ и $П_2$). Плата прикреплена к клеммам

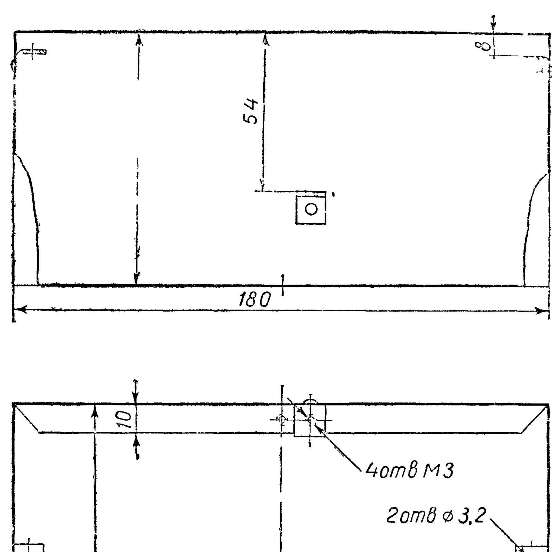


Рис. 3. Стенки корпуса прибора.

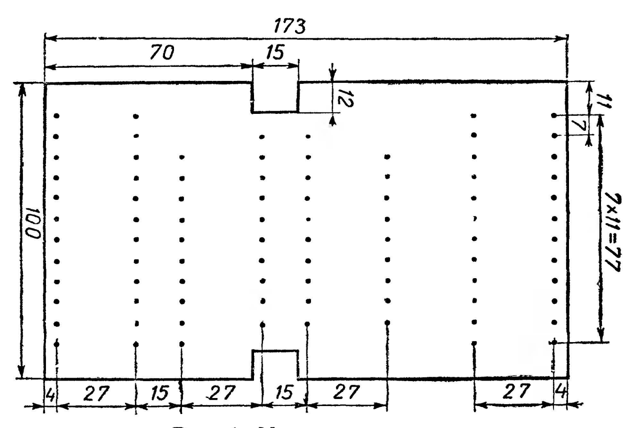


Рис. 4. Монтажная плата.

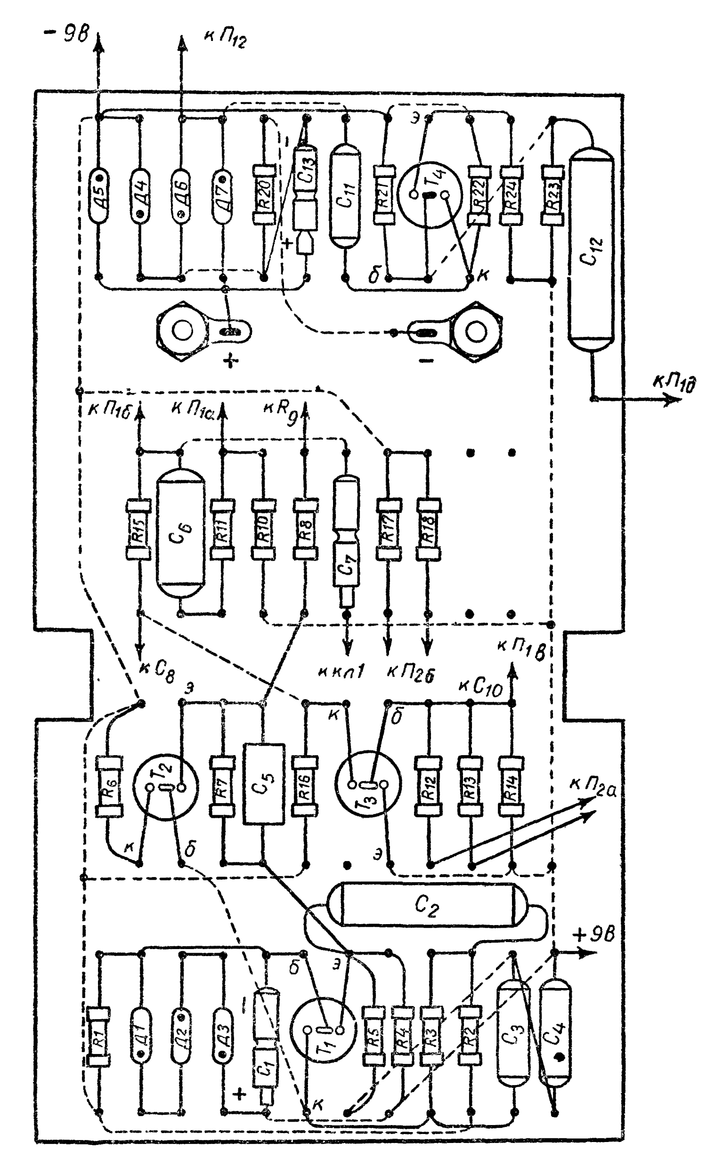


Рис. 5. Размещение деталей прибора на монтажной плате.

прибора μA и в собранном виде представляет одно целое с лицевой панелью.

Источники питания. Прибор питается от двух батарей типа КБСЛ-0,5 соединенных последовательно. Батареи хомутиками прикреплены к гетинаксовой перегородке, защищающей монтаж от воздействия вредных веществ, выделяющихся во время их работы. При длительных перерывах в работе батареи следует вынуть из прибора и хранить отдельно. Для смены батарей дно прибора сделано съемным. Полоски губчатой резины, наклеенные на дно, препятствуют перемещению батареи при переноске. Кроме батарей, на перегородке с помощью специальных угольников закреплены конденсаторы C_8 и C_{10}. В стационарных условиях прибор может питаться от выпрямителя на напряжение 8,4—8,5 *в* при токе 15—20 *ма*.

Детали. Индикатором в приборе служит гальванометр М-494 чувствительностью 50 *мка*. Для отсчета *B* под линейной шкалой наклеена дополнительная шкала. Если ее нет, то при отсчете можно пользоваться данными градуировочной таблицы.

Переключатели $П_1$ и $П_2$ галетные на три положения. Первый переключатель имеет одну плату, второй — две. При наблюдении со стороны лицевой панели переключатель $П_2$ имеет следующие положения (по часовой стрелке): *1* — «Выключено», *2* — «Ток эмиттера 1 *ма*», *3* — «Ток эмиттера 5 *ма*». Переключатель $П_1$ имеет положения: *1* — «Измерение *B*», 2 — «Калибровка», *3* — «Измерение $I_{ко}$».

Зажимы для подключения испытываемого транзистора могут быть взяты от прибора ИПТ-1 или изготовлены из трех зажимов типа «крокодил», приклепанных к изоляционной пластине (см. «Радио» № 3 за 1961 г., стр. 36). Клеммы *1* и *2* можно применить любого типа.

Сопротивления, конденсаторы. Сопротивление R_9 взято типа СП. Все остальные сопротивления (кроме R_{13}) типа МЛТ-0,5. Размеры монтажной платы и расстояния между штырьками позволяют в большинстве случаев применить также сопротивления типа МЛТ-1 или ВС-0,25. Величины сопротивлений R_2 и R_3 желательно выдержать с точностью не ниже $\pm 5\%$. Конденсаторы C_1, C_7, C_9 и C_{13} электролитические, типа ЭМ, а C_8 и C_{10} —

типа КЭ-2. Номинальная емкость всех этих конденсаторов может превышать указанную на схеме на 50—60%. Конденсатор C_5 типа КСО-2. Емкости конденсаторов C_3 и C_4 желательно подобрать одинаковыми с точностью ±5%.

Полупроводниковые диоды и транзисторы. Транзисторы T_1—T_4 могут быть любые низкочастотные типа *p-n-p* с коэффициентом усиления по току не менее 50—60 (при токе коллектора 1 *ма*) и минимальным током $I_{ко}$. Диоды $Д_1$—$Д_7$ точечные, типов Д1, Д2, Д9 или ДГ-Ц1, ДГ-Ц13. Диоды $Д_1$—$Д_3$ можно заменить одним кремниевым точечным диодом или кремниевым стабилитроном в прямом включении, заново подобрав величину сопротивления R_1 для получения максимальной амплитуды напряжения генератора при отсутствии искажений.

Налаживание прибора

Налаживать прибор следует начинать с проверки правильности всех монтажных соединений при отключенном источнике питания. Особенно тщательно нужно следить за соблюдением полярности всех электролитических конденсаторов и диодов. Дальнейшее налаживание прибора следует проводить в несколько этапов.

Схема стабилизации. Включив прибор, необходимо убедиться, что схема стабилизации поддерживает заданные режимы измеряемого транзистора. Для этого к клеммам *Э, Б* и *К* прибора нужно подключить любой маломощный *p-n-p* транзистор с коэффициентом усиления по току $\alpha = 0{,}965$—$0{,}97$ по прибору ИПТ-1. В коллекторную цепь транзистора следует включить миллиамперметр любого типа со шкалой на 5 *ма*. Затем, установив переключатель $П_2$ в положение 1 *ма*, подбором величины сопротивления R_{12} добиваются, чтобы ток коллектора был равен 1 *ма* с возможно большей точностью. Затем переключатель $П_2$ переводят в положение 5 *ма* и устанавливают нужный режим подбором сопротивления R_{13}. При этом переключатель $П_1$ должен находиться в положении «Измерение *B*». Если токи получаются больше заданных, то следует увеличить соответствующие сопротивления R_{12}, R_{13}. После этого, заме-

нив транзистор другим с α =0,99, необходимо убедиться, что ток коллектора меняется не более чем на 0,04—0,05 *ма.*

Генератор испытательного сигнала. При налаживании генератора желательно воспользоваться осциллографом, подключив его к эмиттеру транзистора T_2. Корректирующую цепочку C_5R_7 следует отключить. Затем, регулируя величину сопротивления R_1, добиваются неискаженного сигнала возможно большей величины. Причем, если величины элементов фазосдвигающей цепи R_2 R_3 R_5 C_2 C_3 C_4 выдержаны точно, частота генератора будет отличаться от заданной не более чем на 10%, т. е. на 100 *гц,* а искажения будут небольшими. Корректирующая цепь C_5R_7 несколько понижает частоту выходного сигнала и уменьшает искажения. Если искажения синусоиды не заметны на глаз, то цепь коррекции не нужна. При нормальной работе генератора напряжение частоты 1000 *гц* на эмиттере транзистора T_2 составляет не менее 1,5—2 *в эфф.*

Измерительный усилитель. Измерительный усилитель, собранный на транзисторе T_4, налаживают, подавая на его вход через конденсатор C_{12} напряжение частоты 1000 *гц* от генератора с выходным сопротивлением 600 *ом.* Полное отклонение стрелки прибора μA должно происходить при напряжении генератора 0,09 *в эфф.* Если усиление недостаточно, следует несколько уменьшить величину сопротивления R_{24}. Отсоединив конденсатор C_{11}, необходимо убедиться, что напряжение на коллекторе транзистора T_4 не искажено. Если же искажения есть, то следует подобрать сопротивление R_{21}, после чего вновь измерить чувствительность усилителя. Полное отклонение стрелки μA (при 0,09 *в эфф* на входе) соответствует коэффициенту B=100. Если бы измерительная схема была линейной, то отклонение стрелки на полшкалы соответствовало бы B=50. Однако в действительности отклонение стрелки будет меньше. Поэтому для градуировки прибора и вычерчивания шкалы B поступают следующим образом. Подавая на вход транзистора T_4, как было описано выше, напряжение, соответствующее B=50 (45 *мв эфф*), B=25 (22,5 *мв эфф*) и т. д., записывают полученные отклонения стрелки прибора μA в делениях линейной шкалы,

а затем по полученным данным изготавливают и наносят на шкалу прибора нелинейную шкалу *B* или же, составив таблицу, пользуются ею при измерении. После градуировки следует убедиться, что напряжение сигнала с движка потенциометра R_9 проходит в измерительную схему и достаточно для полного отклонения стрелки μA. Для этого присоединяют конденсатор C_{12} к секции $П_{1д}$ переключателя $П_1$, поставив его в положение «Калибровка», и, вращая ручку потенциометра R_9, устанавливают стрелку μA в положение максимального отклонения. После этого налаживание прибора считается законченным и можно приступать непосредственно к измерениям.

ПЕРЕНОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ

Б. Морозов

Основные технические данные

Описываемый усилитель (рис. 1) может найти самое широкое применение. Его с успехом можно использовать при радиофикации сельских клубов и домов культуры, школ и других аудиторий. Номинальная выходная мощность усилителя 35 *вт*, а максимальная 45. Он воспроизводит полосу частот в диапазоне от 20 *гц* до 20 *кгц*. Частотная характеристика усилителя имеет завал — 3 *дб* на частоте 20 *кгц* и подъем на частоте 20 *гц* +7 *дб*. Неравномерность частотной характеристики в полосе частот от 40 *гц* до 12 *кгц* не превышает +1 *дб*. Нелинейные искажения при мощности до 25 *вт* практически отсутствуют, уровень шумов при максимальном усилении и закороченном входе — 48 *дб*. При тех же условиях и включенном микрофонном каскаде уровень шума — 40 *дб*. Выход усилителя — 24 *в*, рассчитан на нагрузку 18 *ом*, 12 *в* на 4,5 *ом*, а 3 *в* на 0,28 *ом*

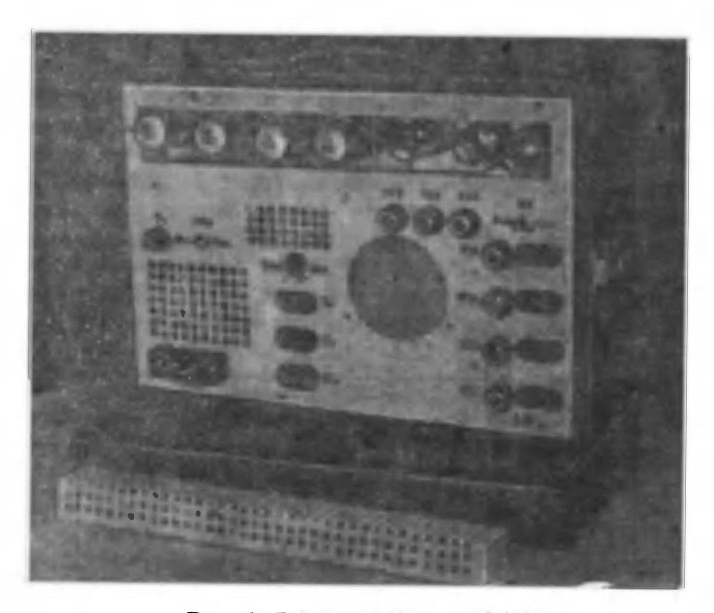


Рис. 1. Внешний вид усилителя.

Принципиальная схема

Усилитель (рис. 2) собран на семи лампах; три из них работают в каскадах усиления напряжения и четыре в каскаде усиления мощности. Усилитель рассчитан на работу от трансляционной линии (вход «Л»), звукоснимателя (вход «Зв») и двух микрофонов электродинамического типа любой конструкции, кроме МД-47 (вход «M_1» и «M_2»). Чтобы использовать микрофон МД-47, его нужно предварительно переделать, уменьшив коэффициент трансформации повышающего трансформатора с 30 до 6. Для этой цели рекомендуется перерезать провода, идущие от трансформатора к звуковой катушке микрофона. Отпаивать провода не следует, так как при этом можно повредить мембрану. От вторичной обмотки трансформатора следует отмотать часть витков так, чтобы ее сопротивление уменьшилось с 750 до 100—120 *ом*. При этом число витков этой обмотки, а следовательно, и коэффициент трансформации уменьшатся в 5 раз, а входное сопротивление в 25 раз, что позволит использовать микрофон МД-47 для работы

с этим усилителем НЧ, не снижая длины микрофонной линии.

Каждый вход усилителя НЧ имеет свой регулятор громкости, что позволяет производить комбинированные записи, например записать речь на фоне музыки. Микрофонный каскад усилителя (рис. 3) собран по реостатно-емкостной схеме на левом (по схеме) триоде лампы $Л_1$ типа 6Н9. Второй каскад усилителя собран на правом триоде лампы 6Н9; он представляет собой обычный усилитель напряжения. Сопротивление R_{14} является омическим эквивалентом микрофонного каска-

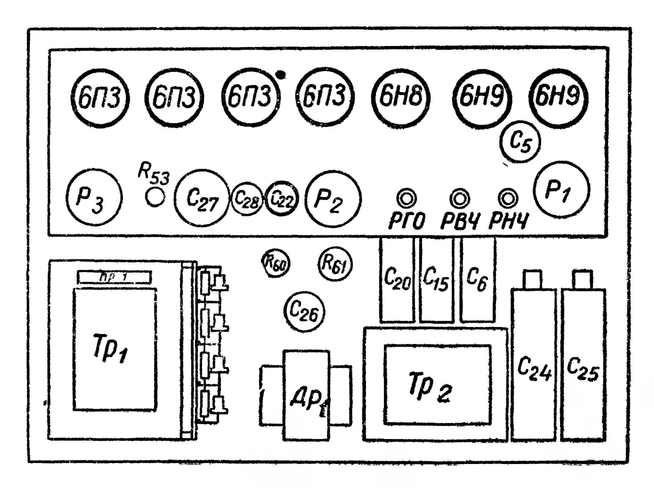


Рис. 2. Блок-схема усилителя.

да. Это сопротивление поддерживает заданный режим лампы $Л_1$ при выключении микрофонного каскада. Нить накала лампы $Л_1$ питается постоянным током, что значительно снижает уровень фона всего усилителя, когда микрофонный каскад не работает (усилитель работает от другого источника сигнала), анодное питание лампы микрофонного каскада следует отключить выключателем $Вк_2$. При работе от звукоснимателя «Зв» и трансляционной линии «Л» сигнал, минуя микрофонный каскад, сразу поступает на сетку лампы первого усилителя напряжения. Сопротивления R_{15}, R_{16} и R_6, R_7 образуют делитель напряжения, позволяющий получить равные

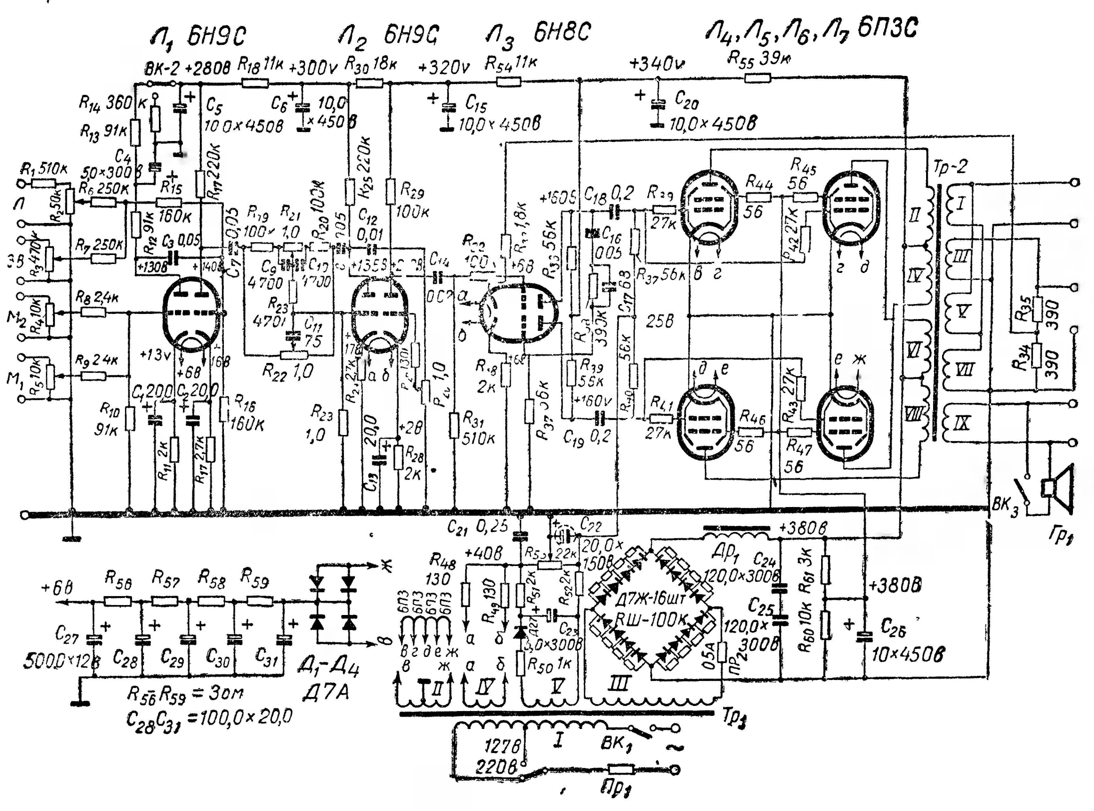


Рис. 3. Принципиальная схема усилителя

сигналы от звукоснимателя, трансляционной линии и микрофонов.

Сигнал с нагрузки первого каскада усиления напряжения поступает в цепь коррекции высших и низших частот. Примененная здесь схема коррекции получила широкое распространение во многих приемниках и магнитофонах. Она позволяет плавно регулировать уровень высших и низших звуковых частот в пределах 15—20 *дб*, причем на средних частотах усиление изменяется не более чем на 3 *дб*. Недостаток этой схемы состоит в том, что она сильно ослабляет сигнал и усилитель с такой коррекцией требует дополнительного усиления. Поэтому сигнал после цепи коррекции поступает на сетку левого (по схеме) триода лампы $Л_2$ типа 6Н9, где он усиливается до того уровня, с которым подавался в цепь коррекции. Со второго каскада усиления через разделительный конденсатор C_{12} он поступает на общий регулятор громкости и далее через сопротивление R_{27} на сетку правого (по схеме) триода лампы $Л_2$. С нагрузки этого каскада сигнал поступает на сетку лампы $Л_3$ типа 6Н8 предоконечного каскада. Предоконечный каскад собран по фазоинверторной схеме. Весь каскад охвачен отрицательной обратной связью по току, для чего сопротивления автоматического смещения R_{33}, R_{38} не заблокированы конденсаторами. Верхний триод лампы 6Н8 и оконечный каскад также охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой с выходного трансформатора $Тр_2$ через делитель R_{35}, R_{34} и сопротивление R_{33} подается в катодную цепь лампы 6Н8.

Благодаря такой глубокой отрицательной обратной связи (20 *дб*) резко снижаются частотные и нелинейные искажения, вносимые оконечным и предоконечным каскадами, а также уменьшается зависимость уровня выходного напряжения от сопротивления нагрузки.

Для симметрии предоконечного каскада во всем диапазоне частот параллельно сопротивлению R_{38} (390 *ком*) включен симметрирующий конденсатор C_{17}. Шунтируя сопротивление R_{38}, он компенсирует завал частотной характеристики на высших звуковых частотах. Чтобы исключить самовозбуждение усилителя на высоких частотах, в цепь сетки верхнего (по схеме) триода лампы 6НВ включено сопротивление R_{32}.

Оконечный каскад усилителя собран по двухтактной

схеме на четырех лампах 6П3; работает он в режиме класса AB_1. Каждая из ламп 6П3 нагружена на отдельную обмотку выходного трансформатора. Для борьбы с высокочастотной генерацией в цепи управляющих и экранных сеток каждой из ламп включены сопротивления R_{39}, R_{41}, R_{42}, R_{43} и R_{44}, R_{45}, R_{46}, R_{47}.

Отрицательное смещение подается от специального выпрямителя, что делает работу оконечного каскада более устойчивой, а также снижает вносимые им искажения.

Усилитель питается от выпрямителя, собранного по мостовой схеме на 16 диодах типа Д7Ж. Диоды шунтируют сопротивлениями 100 *ком,* которые защищают их от пробоя в том случае, если сопротивления диодов обратному току будут резко отличаться друг от друга (сопротивление диодов обратному току должно быть не менее 200 *ком*).

Большое количество диодов обеспечивает надежную работу выпрямительного моста при повышенной температуре (до 50—60°) даже в режиме холостого хода, который неизбежен до прогрева ламп в момент включения. Из-за малого объема всей конструкции усилителя и мощного источника тепла (лампы оконечного каскада) температура в месте размещения диодов может доходить до 40—50°. При такой температуре допустимое обратное напряжение для всего моста составляет соответственно 1200—1000 *в,* а амплитуда обратного напряжения в режиме холостого хода может достигать 1000—1100 *в.* Вот почему уменьшить количество диодов в данной конструкции до трех штук в плече можно только в том случае, если температура окружающего воздуха будет не более 30—35° С.

Напряжение питания на экранирующие сетки ламп 6П3 снимается с делителя R_{61} и R_{60}, заблокированного конденсатором C_{26} (10 *мкф*). При такой схеме питания напряжение на экранирующих сетках изменяется незначительно даже при большом сигнале на управляющих сетках этих ламп.

Выпрямитель накала лампы $Л_1$ типа 6Н9 собран по двухполупериодной схеме на четырех диодах типа Д7А. Фильтрация выпрямленного тока осуществляется четырехзвенным реостатно-емкостным фильтром, состоящим из проволочных сопротивлений R_{56}, R_{57}, R_{58}, R_{59} и кон-

денсаторов C_{27}, C_{28}, C_{29}, C_{30}, C_{31}. Выпрямитель смещения ламп оконечного каскада собран по однополупериодной схеме на диоде ДГ-Ц27. Выпрямитель нагружен на переменное сопротивление R_{53}, движок которого заземлен. С этого сопротивления снимается отрицательное напряжение смещения ламп оконечного каскада и положительное, запирающее напряжение для ламп предварительных каскадов.

Детали. Силовой трансформатор $Тр_1$ собран на сердечнике из пластин Ш-40, толщина набора 60 *мм* (от телевизора «КВН-49»). Все обмотки трансформатора намотаны на общем гетинаксовом каркасе. Первой наматывают сетевую обмотку. Она содержит 250 витков провода ПЭЛ 0,93 и 190 витков провода ПЭЛ 0,74. Обе секции включены последовательно. На сетевую обмотку наматывают обмотку *II* накала ламп 6П3, включенных последовательно. Она содержит 50 витков провода ПЭЛ 0,8 с отводом от 25-го витка, который заземляется. Эта обмотка одновременно экранирует сетевую обмотку от других. Поверх накальной обмотки наматывают повышающую обмотку, которая состоит из 920 витков провода ПЭЛ 0,35. На эту обмотку с одного края наматывают 13 витков провода ПЭЛ 0,8 для питания накала ламп $Л_2$ и $Л_3$, а затем, отступив на 3 *мм* от накальной обмотки, в этом же ряду наматывают в два слоя обмотку для питания выпрямителя смещения, которая содержит 160 витков провода ПЭЛ 0,15. При намотке трансформатора между рядами прокладывают парафинированную бумагу, а между обмотками — два слоя лакоткани.

Дроссель фильтра $Др_1$ использован стандартный, от телевизора «Луч». Он выполнен на сердечнике Ш26×30. Обмотка его содержит 2200 витков провода ПЭЛ 0,31. Для выходного трансформатора используют пластины Ш-25 от силового трансформатора телевизора «Авангард», толщина набора 60 *мм*. Анодная обмотка этого трансформатора состоит из четырех секций, каждая из которых содержит 1350 витков провода ПЭЛ 0,2. Вторичная обмотка состоит из пяти секций, четыре из них содержат по 80 витков провода ПЭЛ 0,66 и одна 25 витков провода ПЭЛ 1,5.

Сначала наматывают одну секцию *I* вторичной обмотки трансформатора. Она занимает полностью один ряд. Поверх этой обмотки наматывают два слоя лако-

ткани и затем секцию *II* анодной обмотки, которая занимает пять рядов. Между рядами желательно проложить слой лакоткани или два слоя тонкой парафинированной бумаги. Поверх каждой секции анодной обмотки наматывают не менее двух слоев лакоткани, после чего уже приступают к намотке следующей секции вторичной обмотки. Последней наматывают пятую секцию вторичной обмотки. На принципиальной схеме порядок намотки обмоток указан порядковыми номерами.

В усилителе для регуляторов громкости и тембра используют переменные сопротивления типа СП-1, а для шунтирования диодов высоковольтного выпрямителя — сопротивления типа МЛТ-0,5.

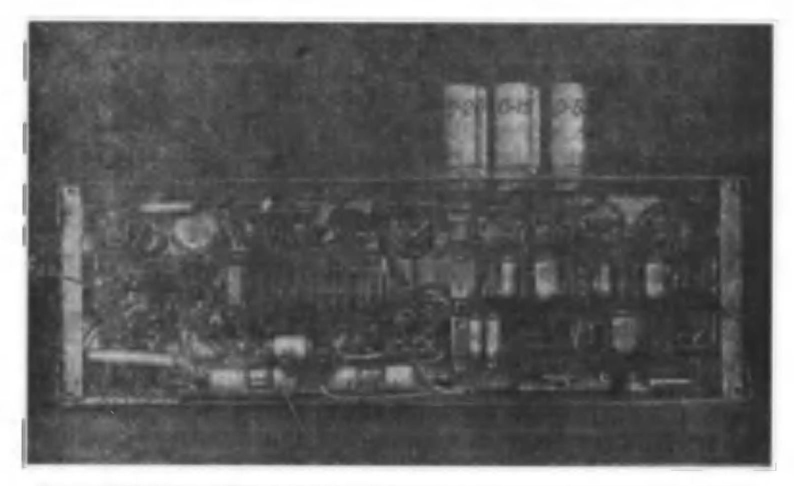
Сопротивления R_{56}—R_{59} изготовлены из электроспирали, рассчитанной на напряжение 220 *в* и мощность 600 *вт*. Практически их подбирают при подгонке режима выпрямителя накала; каждое из них равно примерно 3 *ом*. Все непроволочные сопротивления типа ВС.

Конденсаторы C_4 и C_{23} типа КЭ-1а, остальные — электролитические конденсаторы типа КЭ-2. Конденсатор C_{11} типа КТК, конденсаторы C_{18} и C_{19} типа КБГ-М, а конденсатор C_{21} типа МБМ. Остальные конденсаторы типа КБГ-И.

Конструкция усилителя

Усилитель размещен в патефонном чемодане размерами 420×290×170 *мм*. Крышка чемодана на разъемных шарнирах и легко снимается.

На лицевой панели усилителя размещены фишка для подключения съемного провода сеть—усилитель, сетевой предохранитель и выключатель, гнезда выходов, контрольный громкоговоритель «КГ» с выключателем, ручки общего регулятора громкости и тембра (РГО, РВЧ, РНЧ), выключатель микрофонного каскада, гнезда входов и их регуляторы уровня входного сигнала. Над силовым трансформатором и сопротивлениями R_{60} и R_{61} сделаны вентиляционные отверстия. Такие отверстия имеются и в защитном кожухе, закрывающем окно над местом расположения ламп в панели усилителя. Шасси усилителя изготовлено из листовой стали; его размеры 390×120×55 *мм*. Размещение деталей на шасси показано на рис. 4.



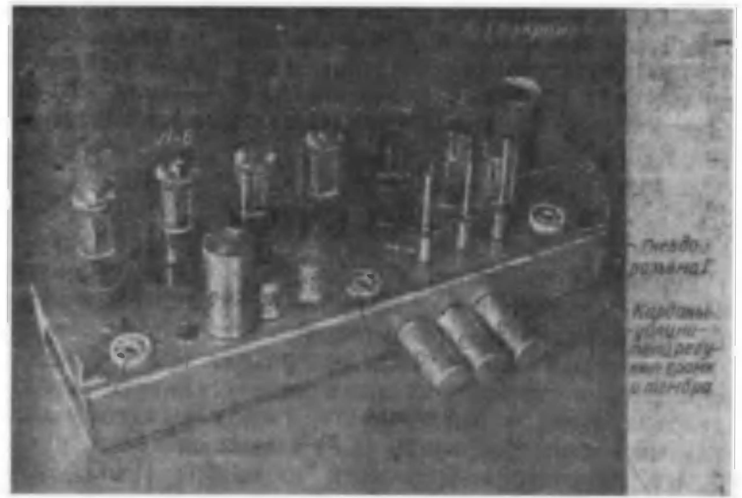


Рис. 4. Размещение деталей на шасси усилителя.

Силовой трансформатор, выпрямитель, фильтр с делителем напряжения, а также выходной трансформатор и регуляторы входов размещены отдельно от шасси усилителя. На рис. 5 указано размещение всех этих узлов, кроме регуляторов уровня входного сигнала и микрофонного выключателя, в чемодане усилителя.

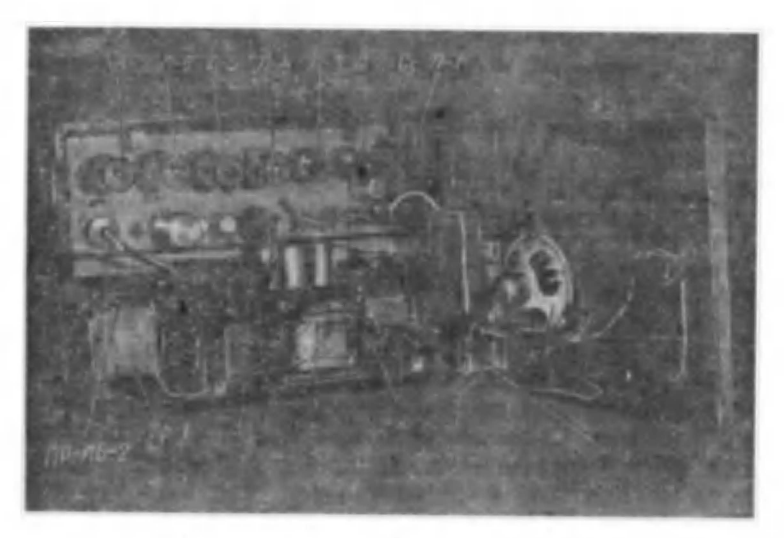


Рис. 5. Размещение основных узлов в корпусе усилителя.

Гнезда входов и регуляторы уровня входного сигнала, а также выключатель микрофонного каскада расположены непосредственно на лицевой панели и соединяются с основной монтажной платой усилителя восьмиштырьковым разъемом P_1 (на принципиальной схеме разъемы не указаны). Соединительные провода, идущие от входов к разъему P_1, надежно экранированы. Разъем представляет собой октальный цоколь от негодной лампы типа 6Н9 старого образца и октальную ламповую панельку. Для экрана используют экран переменных сопротивлений типа *ВК*, в котором сделаны отверстия для проводов. Сопротивление R_{14} (360 *ком*) припаяно непосредственно к лепесткам тумблера $Вк_2$.

Гнезда выходов соединены с выводами вторичных обмоток выходного трансформатора разъемом P_4. С помощью этого же разъема сетевая фишка, установленная на лицевой панели, соединена с сетевой обмоткой силового трансформатора.

Через аналогичный разъем P_2 соединены концы анодных обмоток выходного трансформатора с анодами ламп оконечного каскада. Через этот же разъем подводится напряжение 380 *в* к сопротивлению R_{55}, которое припаивают между лепестком ламповой панельки разъема P_2

и положительным выводом конденсатора C_{20} Сопротивления делителя R_{34} и R_{35} размещены у выходного трансформатора. Напряжение обратной связи с делителя подводится к сопротивлению R_{33} через разъем P_2. Напряжение с делителя R_{60}, R_{61} через тот же разъем P_2 подводится к экранным сеткам ламп 6П3.

Разъем P_3 соединяет с силовым трансформатором накал ламп оконечного каскада, выпрямитель накала лампы $Л_1$, накал ламп $Л_2$ и $Л_3$, а также выпрямитель независимого смещения. Применение разъемов облегчает разборку и ремонт усилителя. Фотография внутреннего монтажа приведена на рис. 4. Конденсатор C_4 расположен между ламповыми панельками ламп $Л_1$ и $Л_2$ под монтажной планкой и крепится к шасси специальным хомутом. Сопротивления R_{39}, R_{41}, R_{42}, R_{43} припаивают непосредственно на ламповых панельках между пятым и шестым, а сопротивления R_{44}, R_{45}, R_{46}, R_{47} между первым и четвертым лепестками.

Сопротивления R_{48}, R_{49}, R_{50}, R_{51}, R_{52}, конденсатор C_{21} и диод ДГ-Ц27 припаивают между лепестками панельки разъема P_3 выводами сопротивления R_{53} и выводом конденсатора C_{23}, которые расположены рядом друг с другом. Диоды Д7А (4 шт.) располагают на четырехлепестковой планке, установленной между панелькой разъема P_3 и панельками ламп $Л_6$ и $Л_7$. Сопротивления R_{56}—R_{59} припаивают между выводами конденсаторов C_{28}—C_{31}.

Детали предоконечного каскада и сопротивления R_{38} и R_{40} располагают на двух монтажных планках, содержащих по 10 лепестков. Расположение конденсаторов C_{18} и C_{19} указано на фотографии монтажа. Монтаж деталей предварительных каскадов осуществлен на трех монтажных планках, каждая из которых содержит 15 лепестков.

Монтаж усилителя

Составив монтажную схему, приступают к пайке проводов между лепестками ламповых панелек и переменных сопротивлений R_{21}, R_{22}, R_{26} и соответствующими лепестками монтажных планок, а затем уже припаивают к лепесткам планок детали. Несоблюдение порядка монтажа ведет к затруднению паек под монтажными планками. Высоту расположения монтажных планок

выбирают с таким расчетом, чтобы они не касались лепестков ламповых панелек и чтобы детали не выступали выше уровня бортов подвала шасси.

Следует иметь в виду, что шум микрофонного каскада можно значительно уменьшить, если применять сопротивления с пониженными собственными шумами класса А.

Выпрямитель монтируют на гетинаксовой панели размером 65×120 *мм* (по четыре лепестка каждая) с пятью монтажными планками. Монтажные планки крепят на панели на равных расстояниях друг от друга. После этого приступают к монтажу. Сначала обрезают излишки выводов шунтирующих сопротивлений и оставшиеся концы вставляют в отверстия лепестков. Потом выводы диодов изгибают П-образно и концы выводов вставляют в отверстия лепестков. При пайке желательно пользоваться теплоотводящим пинцетом, так как перегрев диодов приводит к выходу их из строя. После окончания пайки следует проверить исправность диодов. Всю панель с диодами при помощи уголков крепят к стягивающим шпилькам силового трансформатора.

Настройка усилителя

Перед включением в сеть движок потенциометра R_{53} устанавливают в среднее положение, затем, включив усилитель, подбирают такое положение движка, при котором напряжение на корпусе конденсатора C_{22} будет равно — 25 *в*. В таком положении ось движка закрепляют (можно проклеить клеем БФ-2). После этого проверяют режимы всех ламп каскадов предварительного усиления и в случае необходимости, подбирая сопротивления R_{13}, R_{18}, R_{30}, R_{54}, R_{55}, устанавливают напряжения анодного питания, указанные на схеме (см. рис. 3). Особое внимание следует обратить на равенство напряжений на анодах и катодах лампы фазоинверсного каскада и на подбор сопротивлений R_{37} и R_{38}, так как в противном случае нарушится симметрия предоконечного каскада. Напряжение накала лампы $Л_1$ регулируют, подбирая сопротивления R_{56}—R_{59}. В случае высокочастотной генерации ее следует устранить, заэкранировав сеточные провода.

После подгонки режимов всех каскадов приступают к регулировке частотной характеристики усилителя. Для этого, подбирая величину конденсатора C_{11} в пределах 50—160 *пф*, добиваются, чтобы в положении движка потенциометра R_{22}, соответствующем максимальному усилению, наибольший подъем характеристики был на частоте 8—9 *кгц*. Тогда в среднем положении движков потенциометров R_{21} и R_{22} частотная характеристика усилителя будет линейна в пределах от 40 до 12 000 *гц*.

В случае изменения коэффициента трансформации выходного трансформатора следует изменить величины сопротивлений R_{34} и R_{35} так, чтобы напряжение на выходе при включенной цепи обратной связи было в 10 раз меньше, чем при выключенной. Сигнал при этом следует подавать небольшой.

Все напряжения режимов, указанные на схеме, замерены прибором ТТ-1. Аналогичные показания будут при замере школьным авометром типа АВО-63.

ПРОСТОЙ КОНДЕНСАТОР НАСТРОЙКИ НА БАЗЕ КПК

Предлагаемая конструкция конденсатора отличается простотой и высокой надежностью в работе. Такой конденсатор имеет максимальную емкость от 600 до 1000 *пф* и минимальную около 1 *пф*. Особенностью конденсатора является то, что в одной плоскости его лежат не одна, а две роторные, а в другой две статорные пластины (рис. 1).

Положение *а* соответствует максимальной емкости. При повороте роторного диска на 180° емкость конденсатора становится минимальной (рис. 1, *б*). Таким образом, вся площадь, по которой соприкасаются верхний и нижний диски конденсатора, является рабочей при любом угле поворота. Поэтому при неизменных размерах конденсатора КПК максимальная емкость увеличивает-

ся в два раза, а минимальная емкость изменяется незначительно.

Конденсатор изготавливается следующим образом. Углубление на серебряном покрытии статорного диска заполняют оловом, а затем снимают его излишки мелкозернистой наждачной бумагой. Из твердого материала, например из фосфористой бронзы толщиной 0,05—0,1 *мм*, вырезают две статорные пластины и выравнивают их. Предварительно обезжиренные поверхности готовых пластин и статорного диска покрывают равномерным слоем клея БФ-2, просушивают его и наносят вторичный слой клея. После кратковременной просушки пластины соединяют со статорным диском, как показано на рис. 2. Выводы изгибают и подклеивают к нижней части статорного диска (второй вывод запасной).

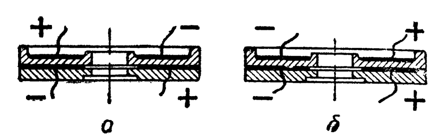
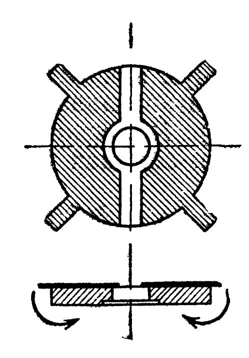


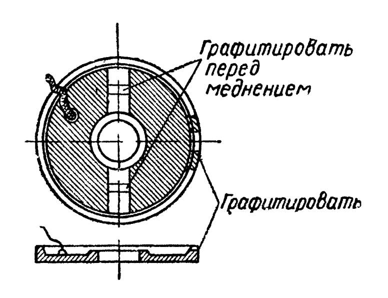
Рис. 1. Схема соединения пластин конденсатора.


Рис. 2 Схема соединения статорных пластин конденсатора со статорным диском.

Собранный статорный диск помещают между ровными пластинами и держат под давлением до полного склеивания. После этого рабочую поверхность притирают микронной наждачной бумагой на ровной плите или толстом стекле. Затем, отпаяв прижимную пружину от верхнего диска, снимают с него какимлибо растворителем, например ацетоном или дихлорэтаном, защитный слой краски. На очищенный диск обычным графитным карандашом наносят роторные пластинки (рис. 3). Необходимо, чтобы вся площадь роторных пластин была тщательно покрыта графитом, излишки которого сдувают.

На одной роторной пластине есть вывод. Чтобы сделать его на другой пластине, на прилегающий к ней бортик диска наносят графит. Закончив графитирование, можно замерить емкость полученных секций кон-

денсатора. Но графитированная поверхность обладает большим сопротивлением и легко стирается. От этих недостатков можно избавиться, омеднив поверхности роторных пластин. Для этого приготавливают раствор медного купороса в дистиллированной воде (125 *г* на 1 *л* воды, в которую затем добавляют 50 *мл* серной кислоты H_2SO_4). В стакан или пол-литровую банку с при-



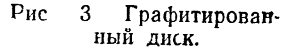


Рис 3 Графитированный диск.

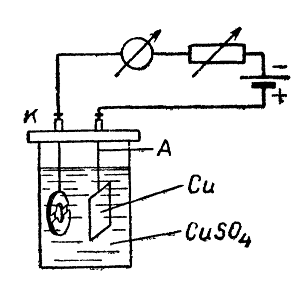


Рис. 4 Схема меднения роторных пластин.

готовленным раствором подвешивают медную пластинку и параллельно ей роторный диск с графитированными перемычками между пластинами (рис. 4). Источником постоянного напряжения может служить и обычная батарейка для карманного фонаря.

Ток в цепи выбирается из расчета 2 *а* на 1 *дм*^{2} поверхности катода. Ток большой плотности недопустим Хорошие результаты получаются при токе в 70—80 *ма* для покрытия одного диска.

После окончания омеднения необходимо осторожно срезать перемычки между роторными пластинами. Для большей надежности поверхности роторных пластин заливают клеем.

Одним из отводов роторных пластин будет служить прижимная пружина. Чтобы она не замыкала пластины между собой, на два ее конца надевают хлорвиниловую трубочку. Незащищенный конец пружины будет хорошо контактировать с омедненной поверхностью бортика роторного диска. На нижней гайке, стягивающей конденсатор, можно сделать неподвижный вывод. К выводу, имеющемуся на второй роторной пластине, подпаивают многожильный провод и пропускают его через отверстие

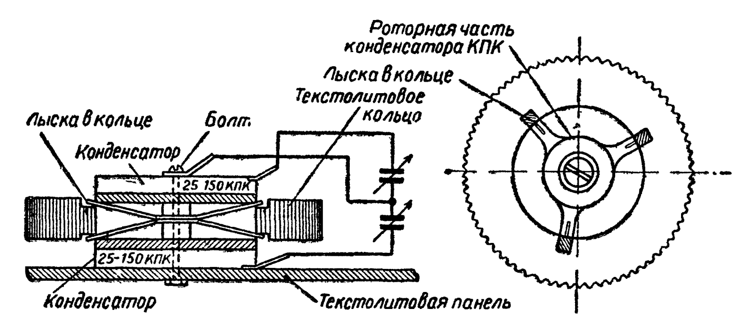
в стягивающей гайке, а затем подклеивают клеем БФ-2 к нижней поверхности статорного диска.

Максимальная емкость одной секции собранного конденсатора обычно составляет 150—250 *пф*. Емкость можно увеличить до 300—500 *пф*, уменьшая толщину керамического диэлектрика. Для этого ротор конденсатора притирают на мелкозернистой наждачной бумаге, положив ее на ровное стекло или плиту. В этом случае максимальная емкость включенных параллельно секций будет равна 600—1000 *пф*.

СДВОЕННЫЙ БЛОК КОНДЕНСАТОРОВ ЕМКОСТИ НА БАЗЕ КПК

К. Шульгин

Подобный конденсатор под силу изготовить любому радиолюбителю. Его можно использовать в любительских малогабаритных супергетеродинах и другой аппаратуре, где необходим сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости.



Сдвоенный блок конденсаторов переменной емкости.

Конденсатор состоит из двух стандартных керамических подстроечных конденсаторов типа КПК (рис. 1) Оба конденсатора емкостью 25—150 *пф* складывают

вместе, покрашенными сторонами друг к другу, после чего их стягивают болтом, под который подкладывают шайбу для пайки провода. Шайба выполняет функции ротора конденсатора. Изготовление кольца неоднократно описывалось в журнале «Радио» и пояснений не требует, нужно только иметь в виду, что лыску следует делать с обеих сторон текстолитового кольца.

ТРЕХПОЛОСНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО ЗВУКОВОСПРОИЗВЕДЕНИЯ

Г. Мудрецов

В высококачественных усилителях НЧ часто применяется разделение диапазона воспроизводимых звуковых частот на две полосы: полосу низших и полосу высших звуковых частот. В одних усилителях это разделение осуществляется на выходе: усилитель усиливает всю полосу частот, а на две полосы сигнал разделяется только громкоговорителями. В других усилителях разделение происходит на входе или перед оконечным каскадом.

При многополосном усилении прежде всего уменьшаются нелинейные искажения. Когда усилитель вносит нелинейные искажения, на выходе его появляются напряжения с частотами, которых не было на входе. Одни частоты, так называемые высшие гармоники, в целое число раз больше частоты входного напряжения и мало ухудшают качество звучания. Другие частоты равны сумме и разности частот, действующих на входе, это — комбинационные частоты. Они не находятся в простом соотношении с частотой основного сигнала и поэтому ухудшают качество звучания. Особенно плохо влияют комбинационные частоты, получающиеся при одновременном усилении низших и высших частот. Например, при одновременном усилении напряжений с частотой 100 и 1000 *гц* возникают комбинационные частоты 900 и 1100 *гц*. При одновременном звучании трех

близких по частоте звуков 900, 1000 и 1100 *гц* возникает резкий диссонанс, являющийся причиной хриплости, дребезжания и общей неясности звука.

Когда усиление разделено на несколько полос, низшие частоты усиливаются одним каналом усиления, высшие — другим. В этом случае даже при нелинейных искажениях на выходе каждого канала наиболее вредных комбинационных частот не возникнет.

При разделении частот на выходе усилителя уменьшаются только комбинационные частоты, возникающие в громкоговорителях, а искажения, созданные усилителем, полностью остаются. Поэтому разделение частотного диапазона на входе усилителя дает более высокое качество звучания, так как уменьшаются комбинационные частоты, возникшие не только в громкоговорителе, но и в усилителе. Однако, не следует думать, что применение разделенных громкоговорителей при однополосном усилении малоэффективно. Прежде всего значительно расширяется диапазон воспроизводимых частот. Если построить усилитель на широкий диапазон частот, например 40—10 000 *гц*, нетрудно, то воспроизвести такую полосу частот одним громкоговорителем невозможно.

Применение нескольких громкоговорителей уменьшает искажения, вызванные эффектом Допплера. При воспроизведении одним громкоговорителем одновременно низших и высших частот сигнала диффузор медленно колеблется с большой амплитудой (низшие частоты) и в то же время совершает быстрые колебания с малой амплитудной (высшие частоты). Высокочастотное звучание по частоте оказывается промодулированным низкочастотным. Подобная частотная модуляция воспринимается на слух подобно нелинейным искажениям.

Многополосные системы воспроизведения звука эффективно уменьшают наиболее вредные виды искажений — комбинационные частоты и частотную модуляцию от эффекта Допплера в громкоговорителях.

Трехполосное воспроизведение до сих пор не применялось ни в радиолюбительских, ни в промышленных конструкциях. В кино широкое распространение получили сквозные (от входа до выхода) двухполосные системы, причем усилители обоих каналов имеют одина-

ковую мощность и одинаково высокие качественные показатели. В радиолюбительских конструкциях канал высших частот обычно имеет меньшую мощность и более низкие качественные показатели. Частота разделения каналов выбирается высокая, поэтому основное усиление приходится на канал низших частот. Система мало отличается от однополосной, и комбинационные частоты устраняются недостаточно эффективно.

Фонограмма звукового фильма имеет стандартную частотную характеристику, поэтому в процессе эксплуатации частотная характеристика усилителя обычно не регулируется, только при установке аппаратуры требуется некоторая регулировка для согласования с акустическими свойствами зала. Схемы частотной коррекции получаются относительно простыми. Радиолюбители же воспроизводят самые разнообразные программы: магнитофонную и грамзапись и прием радиостанций, поэтому требуется удобная и гибкая регулировка частотной характеристики в широких пределах. Двухполосный усилитель, кроме разделительных фильтров, часто имеет еще трехполосный регулятор тона, что значительно усложняет схему.

При трехполосном усилении отпадает необходимость в особом регуляторе тона; регулировка частотной характеристики в широких пределах осуществляется обычным регулятором усиления на входе низкочастотного и высокочастотного каналов. Отсутствие отдельного регулятора тона заметно упрощает схему. По сравнению с двухполосным усилителем, у которого оба канала имеют одинаковую мощность и одинаково высокое качество воспроизведения, в трехполосном добавлены всего два каскада канала высших частот. Высокое качество воспроизведения, удобство регулировки при незначительном усложнении — таковы преимущества трехполосного усилителя.

Принципиальная схема трехполосного усилителя приведена на рис. 1. Первый каскад усиления, выполненный на левой (по схеме) половине лампы $Л_1$, общий для всех трех каналов; он усиливает всю полосу звуковых частот. После него происходит разделение диапазона усиливаемых частот на три полосы. Частота разделения каналов низших и средних частот 300 *гц*, средних и высших — 2500 *гц*. При таких частотах раз-

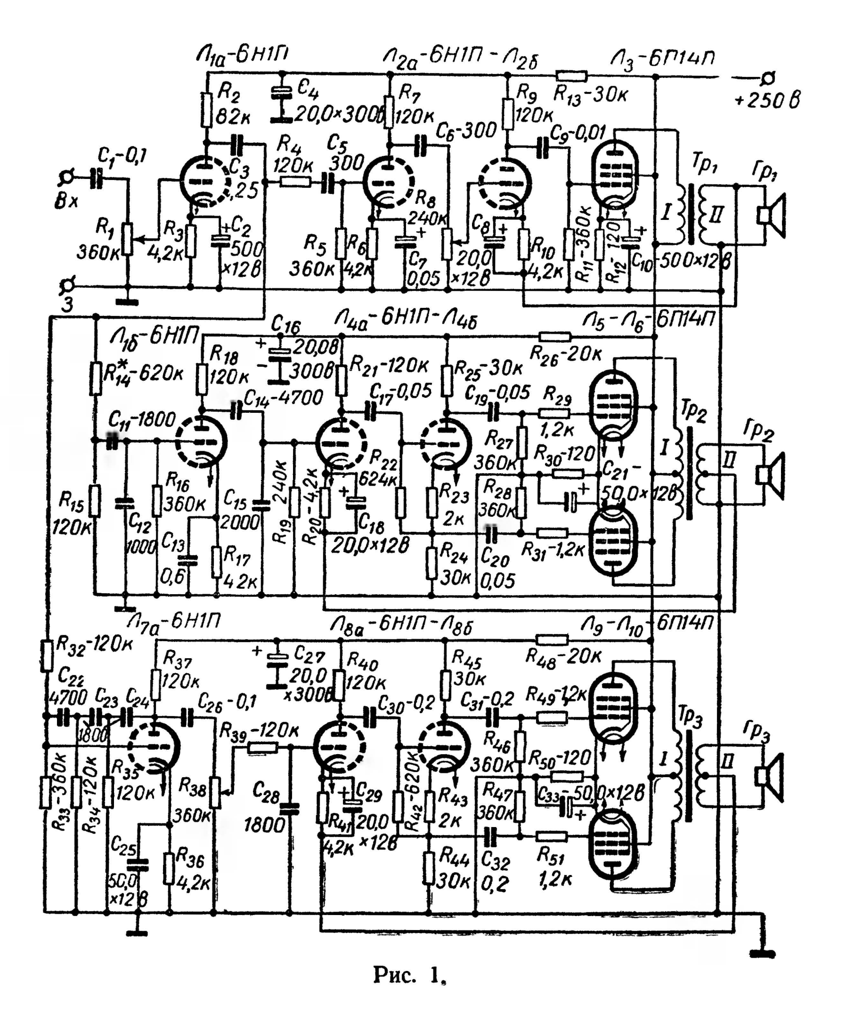


Рис. 1.

деления на каждый канал приходится одинаковая полоса частот (в логарифмическом масштабе частотной шкалы).

В канале высших звуковых частот (лампы $Л_2$ и $Л_3$) для ослабления низших и средних частот переходные конденсаторы C_1 и C_3, а также конденсатор в цепи смещения первого каскада C_2 имеют емкость значительно меньше обычной величины. Оконечный и предоконечный

каскады охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой подается в цепь катода второго каскада.

Канал средних частот имеет два каскада усиления напряжения, выполненных на правой половине лампы $Л_1$ и лампе $Л_4$, и двухтактный оконечный каскад на лампах $Л_5$ и $Л_6$. Цепь частотного разделения имеет здесь наиболее сложную задачу: необходимо ослабить низшие и высшие частоты при хорошем усилении средних частот. Ослабление низших частот достигается за счет уменьшения емкости переходных конденсаторов C_{11} и C_{14} и конденсатора цепи смещения C_{13}, т. е. такими же средствами, как в канале высших частот, но емкости конденсаторов здесь больше. Ослабление высших частот достигнуто за счет шунтирующего действия конденсаторов C_{12} и C_{15}. Фазоинверсный каскад выполнен по схеме с заземленной сеткой на правой половине лампы $Л_4$. Такая схема обладает хорошей симметричностью и удобна для введения обратной связи. Напряжение обратной связи подается на сетку правого триода лампы $Л_4$. Может показаться, что при такой схеме обратная связь будет действовать только на правый триод лампы $Л_4$. Однако это не так. Правый и левый триоды лампы $Л_4$ включены совершенно симметрично. На сетку левого триода подается прямой сигнал; из-за сопротивления связи между каскадами он действует и на сетку правого триода. Глубина обратной связи зависит от соотношения величин сопротивлений R_{22} и R_{24}. Конденсатор C_{20} предотвращает возникновение высокочастотной генерации. Для подъема низших и высших частот усиление среднечастотного канала в несколько раз занижено делителем напряжения R_{14}, R_{15}. Чем больше ослабление этого делителя, тем выше может быть относительный подъем частотной характеристики в области высших и низших частот.

Канал низших частот выполнен по аналогичной схеме, за исключением цепи частотного разделения. Для ослабления высших и средних частот в первом каскаде канала (лампа $Л_{7а}$) введена отрицательная обратная связь, напряжение которой подается с анода на сетку лампы $Л_{7а}$ через конденсаторы C_{23}, C_{24}, C_{22}. Кроме того, вход второго каскада (лампа $Л_{8а}$) зашунтирован конденсатором C_{28}.

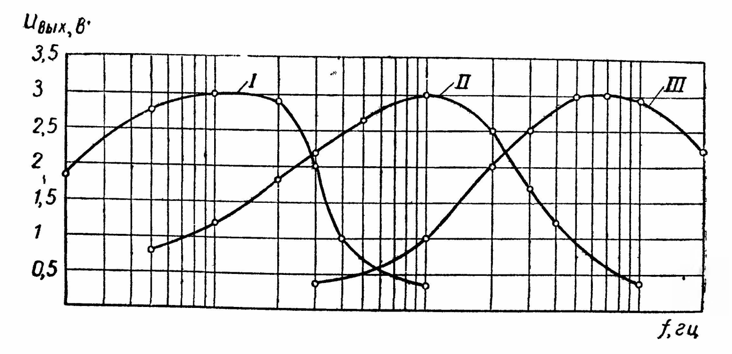


Рис. 2.

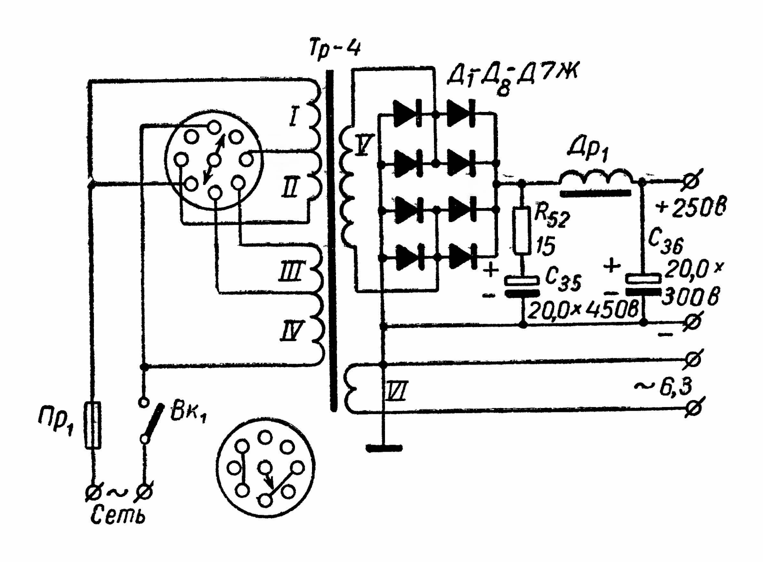


Рис. 3

Частотная характеристика усилителя приведена на рис. 2. Выходные напряжения всех трех каналов показаны приведенными к одному уровню. Регуляторами усиления можно полностью выключить каналы низших или высших частот или же получить превышение усиления над уровнем средних частот в несколько раз.

Выпрямитель (рис. 3) имеет фильтр для оконечных каскадов низших и средних частот и всех остальных

каскадов усилителя При общем питании всех каскадов из-за широкой полосы частот трудно предотвратить низкочастотную генерацию Применение кенотронов в выпрямителе нежелательно из-за их большого сопротивления внешняя характеристика выпрямителя получается более падающей, а это приводит к увеличению искажений, когда оконечный каскад работает в режиме АБ

Монтаж и детали. Детали усилителя расположены на монтажных платах (рис 4) Цифры на соединительных проводах показывают номера лепестков на ламповых панельках Для получения низкого уровня помех нужно соблюдать общие правила монтажа сеточные цепи ламп должны соединяться с проводом «земля» в одной точке, провод «земля» нельзя использовать для цепи накала и т д.

Данные трансформаторов и дросселей приведены в таблице.

Таблица

Обозначение по схеме	Количество витков	Марка и диаметр провода	Сердечник
$Тр_1$ I	1500	ПЭЛ 0,14	Ш-12×12
II	41	ПЭЛ 0,74	
$Тр_2$ I	1000×2	ПЭЛ 0,14	Ш-16×24
II	40+15	ПЭЛ 0,74	
$Тр_3$ I	1500×2	ПЭЛ 0,14	Ш-20×30
II	45+45	ПЭЛ 0,74	
$Тр_4$ I	286	ПЭЛ 0,68	
II	44	ПЭЛ 0,68	
III	286	ПЭЛ 0,68	Ш-25×64
IV	44	ПЭЛ 0,68	
V	600	ПЭЛ 0,41	
VI	18	ПЭЛ 2,1	
$Др_1$	1200	ПЭЛ 0,34	Ш-16 24

Для канала низших частот применен громкоговоритель от радиоприемника «Фестиваль» — 6ГД-1. Его нужно установить в каком-либо рупоре, например типа «звуковой угол» («Радио» № 2 и № 11 за 1958 г.).

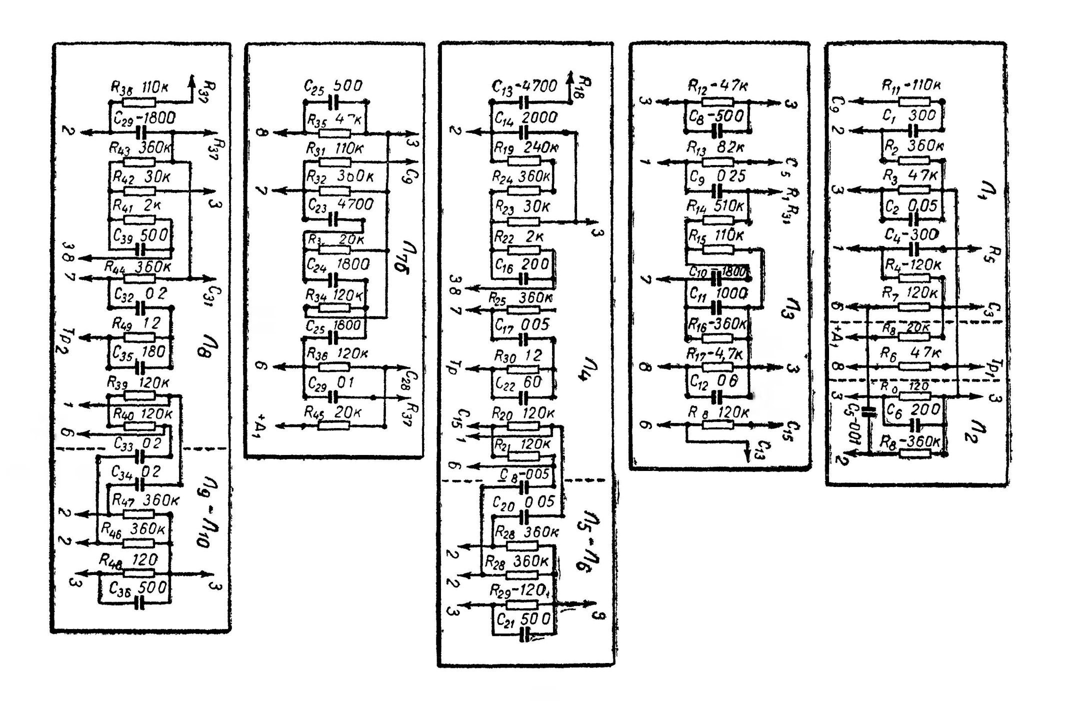


Рис 4.

В среднечастотном канале применен громкоговоритель 4-А-26 завода «Ленкинап», в высокочастотном — два последовательно соединенных громкоговорителя 1ГД-9.

При применении других громкоговорителей может потребоваться пересчитать вторичную обмотку выходного трансформатора, если громкоговорители будут иметь другое сопротивление звуковой катушки.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ МУФТЫ ДЛЯ МАГНИТОФОНА

В. Колищук, Е. Травников

Последнее время в подкассетных узлах современных магнитофонов широкое распространение получили электромагнитные муфты. Объясняется это большими возможностями и надежностью работы этого типа муфт. Первым отечественным магнитофоном с применением электромагнитных муфт в подкассетных узлах был магнитофон «Мелодия-МГ-56». Однако в радиолюбительских конструкциях подобных магнитофонов пока мало. В настоящей статье авторы знакомят радиолюбителей с различными конструкциями электромагнитных муфт и делятся опытом конструирования отдельных из них.

В одномоторных конструкциях магнитофонов правый подкассетный узел, как правило, представляет собой фрикционную муфту, которая в режимах «Воспроизведение» и «Запись» подматывает ленту, в режиме «Ускоренный ход вперед» является ведущим и в режиме «Перемотка» подтормаживающим узлом. Связывающим звеном ведущей и ведомой частей этой муфты является фетр, который в процессе эксплуатации быстро изнашивается. Вследствие этого узел приходится часто регулировать. Применение электромагнитных муфт в подкассетных узлах магнитофонов позволяет построить простой и надежный лентопротяжной механизм с электрическим управлением. При этом отпадает необходимость во многих паразитных роликах, рычагах и тросиках.

По принципу работы электромагнитные муфты делятся на муфты магнитного сцепления, муфты сколь-

жения, гистерезисные и др. Ниже приводится описание отдельных из них, наиболее пригодных для работы в подкассетных узлах любительских магнитофонов.

Конструкция электромагнитной муфты, несколько схожей по принципу действия с фрикционной, показана на рис. 1. Такие муфты впервые были применены в подкассетных узлах магнитофона «Мелодия-МГ-56». Как и

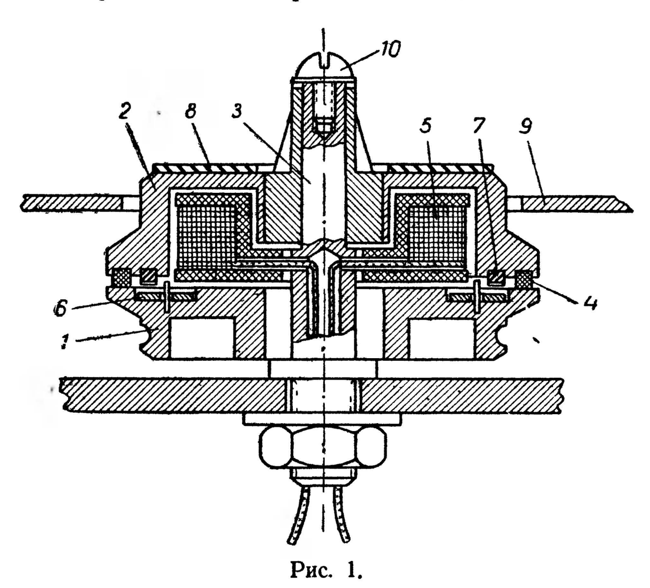


Рис. 1.

все электромагнитные муфты, она состоит из ведущей нижней *1* и ведомой верхней *2* половин, вращающихся на неподвижно укрепленной оси *3*. Обе половины муфты имеют запрессованные в них бронзовые подшипники скольжения (втулки). Связь между половинами муфты осуществляется посредством фетрового кольца *4*. В ведомой половине находится катушка электромагнита *5*, выводы которой проходят через отверстие в оси к контактной расшивочной панели. В эту же половину вклеены два кольца: фетровое и резиновое *7*, а на ее верхнюю сторону наклеена резиновая прокладка *8*, и имеются три направляющих ребра для кассеты. В ведущей половине муфты свободно перемещается стальное кольцо *6*. Чтобы ведомая половина муфты не спадала

с оси, на нее надет винт *10.* Почти вся муфта закрыта фальшпанелью *9.*

В режиме записи или воспроизведения катушка электромагнита обесточена и подмотка осуществляется за счет трения между ведущим диском и фетровым кольцом ведомой половины муфты. В режиме ускоренной перемотки подается питание на катушку электромагнита *5,* в результате стальное кольцо *6* притягивается к ведомой половине муфты *2* и плотно прижимается к резиновому кольцу *7,* обеспечивая тем самым жесткую связь между обеими половинами муфты.

Конструкция муфты магнитного сцепления дана на рис. 2. Ее устройство аналогично устройству муфты, изображенной на рис. 1. Но здесь уже сила трения между ведомой и ведущей половинами муфты зависит от силы магнитного сцепления, которую можно регулировать, меняя ток в катушке электромагнита. Для хорошей подмотки ленты в кассетах емкостью 500 *м* ток в катушке должен быть 20 *ма.* В режиме ускоренного хода вперед в катушке электромагнита правой муфты течет ток 200 *ма,* а в левой (для подтормаживания) 10 *ма.* При перемотке режим муфт взаимно меняется.

Конструкция муфты магнитного сцепления с коллекторным питанием приведена на рис. 3. Ведомая половина *1* совершенно аналогична описанным выше, а ведущая *2* имеет с нижней стороны коллектор, состоящий из изоляционной втулки *3* и двух колец *4.* Коллектор с помощью клея БФ-2 неподвижно укреплен на втулке *3,* а к кольцам подведены провода от катушки электромагнита *5,* которая тем же клеем укреплена на ведущей половине муфты. Обе половины этой муфты вращаются в бронзовых втулках *6* и *7* на неподвижно укрепленной на панели оси *8.* Через кронштейн с контактными пластинами *9* подводится ток к электромагниту. Такая муфта в режимах записи или воспроизведения для нормальной подмотки ленты в кассетах емкостью 500 *м* требует меньший ток подмагничивания, чем предыдущая муфта, около 10—15 *ма.* В режиме ускоренного хода вперед достаточен ток подмагничивания порядка 80—90 *ма.*

Конструкция муфты скольжения дана на рис. 4. На неподвижной оси *1* вращаются ведомая *2* и ведущая *3* половины муфты с запрессованными в корпусе

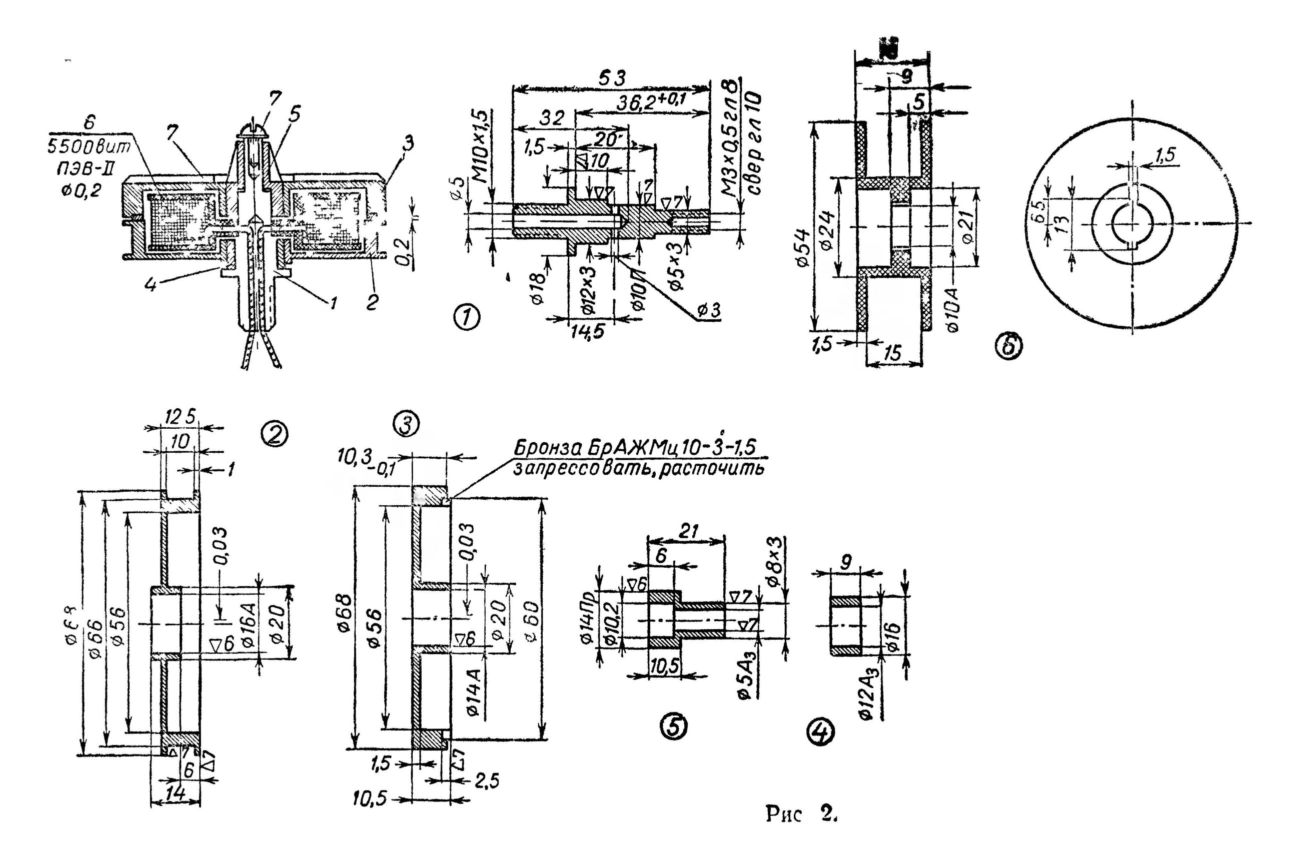

6
5500вит
ПЭВ-II
ф0,2
Бронза БрАЖМц10-3-1,5
запрессовать, расточить
М10х1,5
М3х0,5гл8
свер гл10

Рис 2.

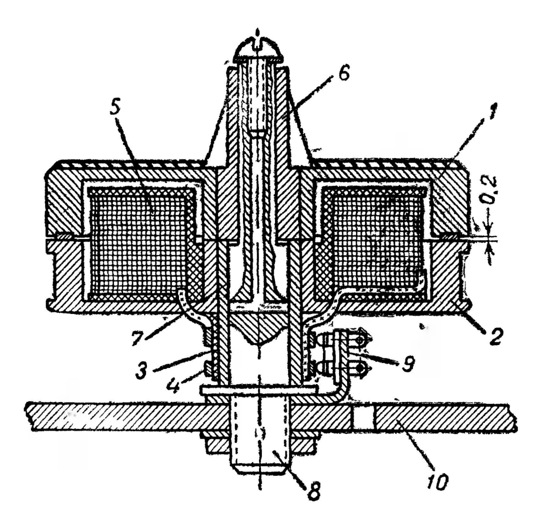


Рис. 3.

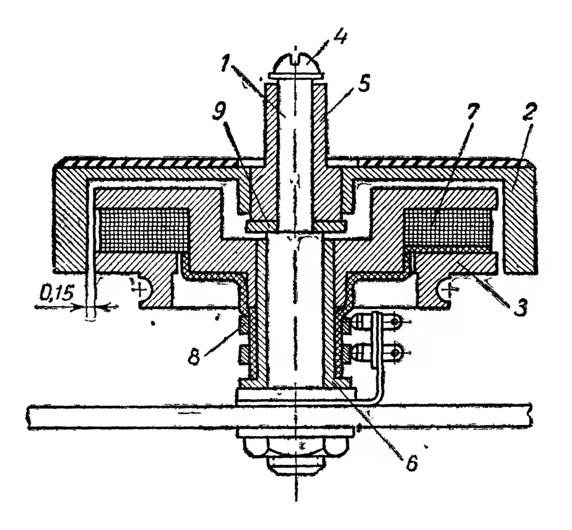


Рис. 4.

подшипниками скольжения *5* и *6*. На ведущей половине укреплена катушка электромагнита *7*, концы которой выведены к коллектору *8*. Коллектор аналогичен вышеописанному. На ось насажено стальное кольцо *9*, увеличивающее опорную поверхность ведомой половины муфты. Когда по катушке протекает ток, ведущая половина муфты увлекает за собой ведомую. Меняя величину тока возбуждения, можно менять величину крутящего момента, при этом всегда число оборотов ведомой половины будет меньше числа оборотов ведущей.

Все перечисленные муфты питаются от источника постоянного напряжения 26—30 *в*. Простота, надежность и ряд других ценных качеств сделали электромагнитные муфты незаменимыми в промышленной аппаратуре. Нужно надеяться, что они привлекут заслуженное внимание радиолюбителей, конструирующих магнитофоны.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ ТУМБОЧКА ДЛЯ ТЕЛЕВИЗОРОВ, РАДИОПРИЕМНИКОВ И МАГНИТОФОНОВ

В. Степанов

Имеющиеся в продаже тумбочки и столики для установки телевизоров, приемников, магнитофонов, радиол и другой радиоаппаратуры часто не удовлетворяют потребителей конструкцией, габаритами и внешним видом. Кроме того, такие тумбочки нельзя использовать для установки сразу нескольких видов аппаратуры. Автором разработана универсальная тумбочка, на которой можно одновременно установить телевизор на крышке тумбочки и радиоприемник или магнитофон в ее нижнем отсеке.

Общий вид тумбочки высотой 900 и 800 *мм* показан на рис. 1. Основанием для выбора размеров тумбочки послужили данные размеров телевизоров, приемников, радиол и магнитофонов, приведенные в таблице.

Тумбочку высотой 900 *мм* можно использовать для установки телевизоров всех типов, а высотой 800 *мм* — для установки телевизоров-комбайнов (телевизор-ра-

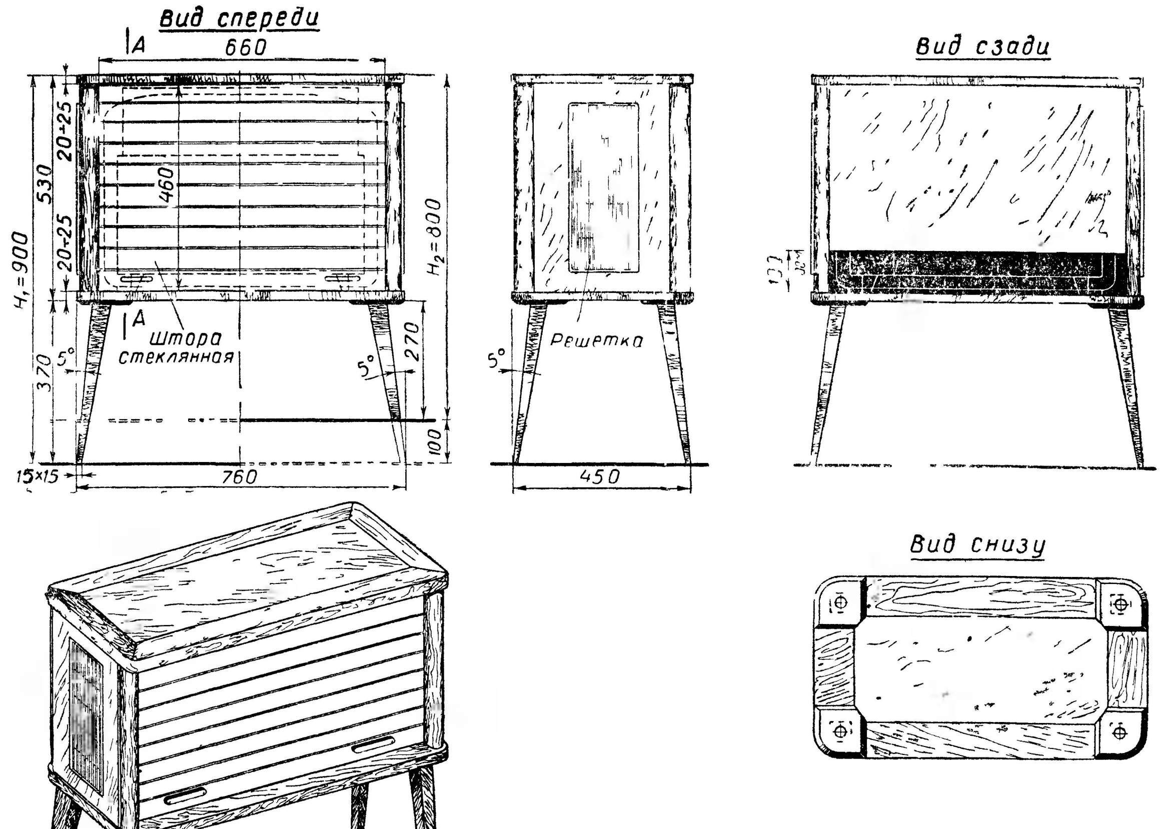


Рис. 1. Конструктивные чертежи тумбочки.

Таблица

Тип аппаратуры	Размеры, *мм*			Вес, *кг*
	длина	высота	ширина	
Телевизоры				
«КВН-49»	490	400	380	29
«Север»	640	457	473	35
«Авангард-55»	545	400	585	45
«Зенит»	645	455	470	30
«Рембрандт»	670	430	580	35
«Экран»	640	430	470	38
«Луч»	630	425	480	38
«Темп-3»	495	450	480	32
«Темп-2»	525	475	575	44
«Темп»	520	470	570	38
«Рекорд»	485	525	426	23
«Знамя»	500	485	465	28
«Рубин»	485	425	465	29
«Львов-2»	525	495	490	31
«Заря»	360	320	390	17
«Старт»	380	390	410	21
«Енисей»	410	450	525	24
«Неман»	445	383	580	25
«Янтарь»	530	620	670	40
Телекомбайны				
«Беларусь-3»	440	545	435	35
«Беларусь-5»	560	535	545	40
«Харьков»	500	520	560	
Радиоприемники сетевые				
«Беларусь-57»	635	445	305	17
«Рига-6»	440	325	230	12
«Баку» *	690	370	270	15
«Днепропетровск»	515	345	265	13
«Балтика»	500	360	280	15

Продолжение таблицы

Тип аппаратуры	Размеры, *мм*			Вес, *кг*
	длина	высота	ширина	
«Даугава»	535	393	270	16
«Байкал»	510	325	280	12
«Муромец»	510	326	300	11
«ВЭФ-Аккорд»	590	410	340	18
«Маяк»	510	360	285	12
«Харьков»	510	357	285	12
«Октава»	510	354	295	12
«Нева-52»	600	410	380	22
«Нева-55»	600	410	310	25
«Октябрь»	600	410	330	20
«Рига-10»	605	310	340	24
«Минск-55» *	712	504	377	45
«Нева-51»	580	372	280	20
«Фестиваль»	600	424	311	25
«Латвия»	642	406	292	30
«Мир» *	720	490	370	35
Радиоприемники батарейные				
«Искра»	214	260	148	5
«Таллин Б-2»	420	275	200	7
«Дорожный»	250	210	115	5
«Новь»	250	210	115	3
«Турист»	270	180	90	3
«Воронеж»	270	210	160	4
«Родина-52»	450	310	225	13
Радиолы, магнитофоны с сетевым питанием				
«Кама»	390	255	285	10
«Казань-2»	380	300	160	
«Рекорд-53» и 53М	480	317	310	16
«Урал-49», 52, 57	549	393	310	24
«Даугава»	535	400	316	21

Продолжение таблицы

Тип аппаратуры	Размеры, *мм*			Вес, *кг*
	длина	высота	ширина	
«Байкал»	520	379	358	19
«Муромец»	520	368	340	18
«Огонек»	520	310	330	16
«Минск-58»	590	426	330	19
«ВЭФ-Аккорд»	590	410	340	23
«Донец»	520	368	340	18
«Волга»	580	415	360	21
«Жигули»	574	410	357	21
«Комета»	570	420	378	24
«Восток-57»	570	420	360	23
«Люкс»	625	450	365	27
«Дружба»	620	463	360	27
Магнитофон «Днепр-11»	552	330	330	24

* Нельзя установить в нижнем отсеке тумбочки.

диоприемник-проигрыватель) типа «Харьков», «Беларусь-5». Ширина обеих тумбочек одинакова — 470 *мм*, длина 760 *мм*. Длина нижнего отсека 660 *мм*, ширина 365, высота 460 *мм* (до открытой шторы).

Размеры отсека позволяют установить в нем приемники всех типов и магнитофоны по размерам не больше магнитофона «Днепр-11» и радиолы, позволяющие работать с полуоткрытой крышкой. Спереди тумбочка закрыта стеклянной шторой. Ее можно изготовить и без шторы, однако это делать не рекомендуется, так как штора защищает радиоаппаратуру от пыли. Корпус тумбочки изготовлен из щитов, облицованных фанерой из ценных пород дерева, и установлен на четырех наклонных ножках из древесины твердых пород. Ножки крепятся к днищу нижнего отсека тумбочки специальным цилиндрическим шипом. Между ножкой и днищем рекомендуется пролсжить (на клею) фанерную прокладку толщиной 5—6 *мм* для усиления узлов крепления, ножек. Тумбочка выдерживает нагрузку около 100 *кг*.

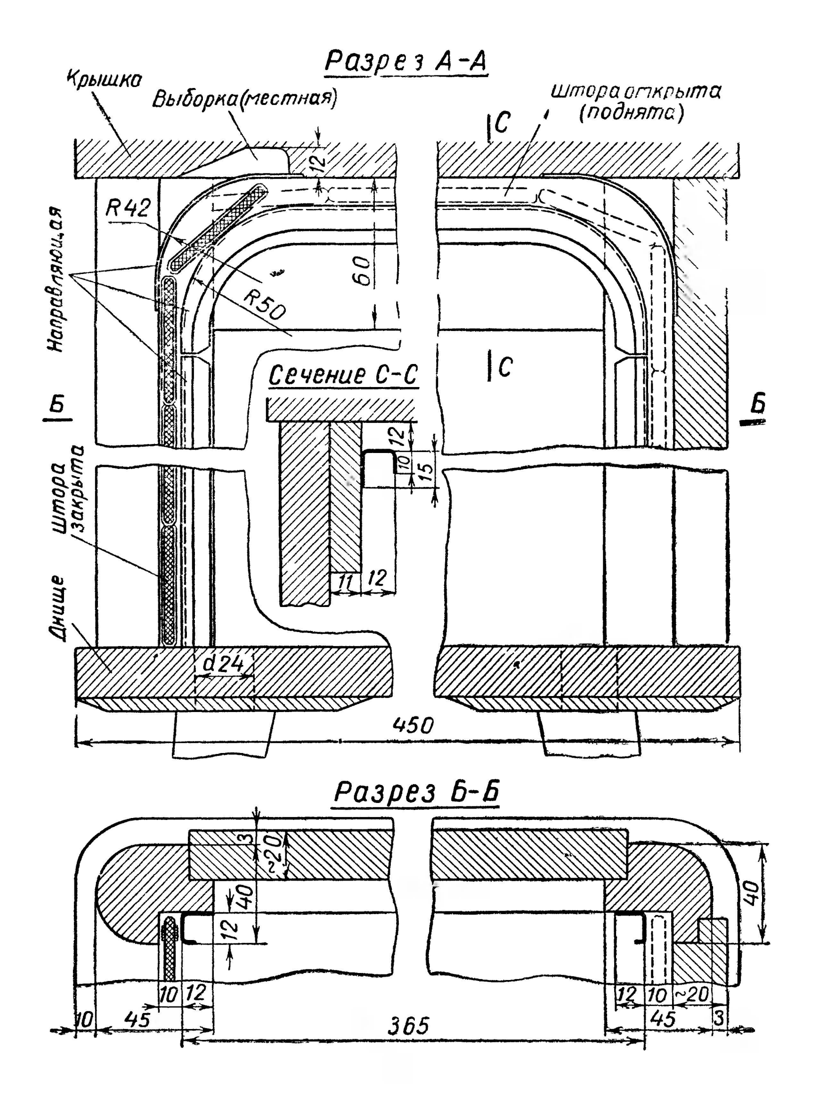


Рис 2 Общий вид и конструктивное выполнение стеклянной шторы

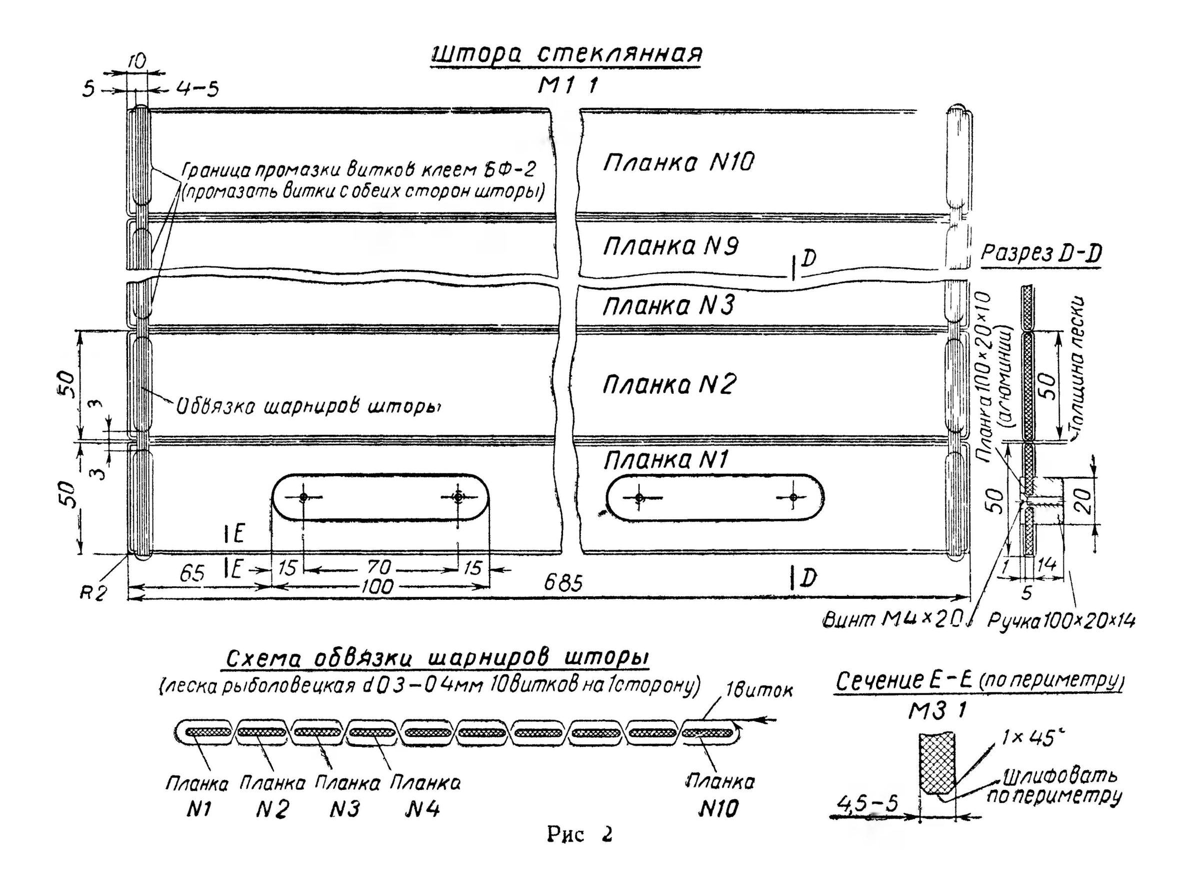

Штора стеклянная
М1 1
Планка N10
Планка N9
Планка N3
Планка N2
Планка N1
Граница промазки витков клеем БФ-2
(промазать витки с обеих сторон шторы)
Обвязка шарниров шторы
Разрез D-D
Планка 100×20×10 (алюминий)
Толщина лески
Винт М4×20
Ручка 100×20×14
R2
685
Схема обвязки шарниров шторы
(леска рыболовецкая d 0 3 – 0 4мм 10 витков на 1 сторону)
1 виток
Планка N1
Планка N2
Планка N3
Планка N4
Планка N10
Сечение Е-Е (по периметру)
М3 1
1×45°
Шлифовать по периметру
4,5–5

Рис 2

Штора изготовлена из десяти стеклянных планок толщиной 4—5 *мм*. Ее можно изготовить также и из органического стекла, однако стеклянная штора более красива. Общий вид шторы и ее конструктивное выполнение показаны на рис. 2. Стеклянные планки соединены между собой рыболовной леской толщиной 0,3—0,4 *мм*. Порядок обвязки планок леской виден из рисунка. С каждой стороны шторы сделано десять витков. При обвязке планки необходимо уложить на стол, вплотную одна к другой. На столе следует закрепить упоры, ограничивающие перемещение стеклянных планок в поперечном и продольном направлениях; их нужно закрепить таким образом, чтобы сторона шторы, подлежащая обвязке, выходила за край стола на 30—35 *мм*. Начало первого витка необходимо закрепить.

Концы лески (начало и конец) необходимо хорошо затянуть и тщательно завязать со стороны верхней конечной (десятой) планки. Чтобы леска не перемещалась по планкам, витки следует тщательно промазать с обеих сторон шторы клеем БФ-2 в границах, указанных на рис. 2. Ручки для подъема и опускания шторы изготовлены из органического стекла; их конструкция и крепление к шторе видны на рисунке.

Для перемещения шторы служат алюминиевые направляющие стойки, прикрепленные к корпусу тумбочки шурупами.

Вся наружная поверхность тумбочки отполирована.

КАК СДЕЛАТЬ ЭЛЕКТРОГИТАРУ

И. Абдрязаков

Этот вопрос интересует многих молодых гитаристов. Большинство из описанных в журналах конструкций электрогитары наряду с несомненно хорошими качествами имеет существенные недостатки.

Дело в том, что звукосниматель, будь то пьезокристалл или телефонный наушник, как правило, возбуждается от деки гитары. В этом — основной недостаток.

Дека гитары, кроме колебаний струн, воспринимает посторонние шумы, в том числе и звуки от громкоговорителя усилителя НЧ, что порождает акустическую связь и, как ее следствие, сильный шум при исполнении. Играть в оркестре на такой электрогитаре невозможно, а если исполнитель находится в комнате, то он вынужден удалять от себя громкоговоритель. Кроме того, колебания деки зависят от качества дерева, из которого она изготовлена, поэтому, если делать электрогитару из обычного, недорогого инструмента, где это качество весьма посредственное, получить хороший звук будет трудно.

Описанная ниже конструкция электромагнитного звукоснимателя позволяет подавать сигнал в усилитель НЧ непосредственно от струн гитары.

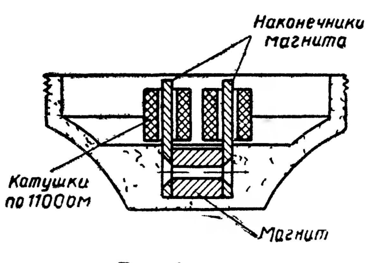


Рис. 1.

Принцип работы звукоснимателя заключается в следующем: под каждую струну гитары устанавливают постоянный магнит, на который надевают катушку. Колебания струны изменяют магнитное поле и в катушке наводится ток.

Так как не каждый гитарист имеет возможность достать такие магниты и намотать катушки необходимой характеристики, то нужно пользоваться теми деталями, которые легко приобрести. В любом радиомагазине продаются телефонные наушники типа ТОН-1. Этот тип наушников является наиболее пригодным для изготовления такого звукоснимателя. Если мы хотим сделать звукосниматель для семиструнной гитары, то нужно приобрести два таких наушника. Для извлечения магнитов с катушками нужно разбить пластмассовый корпус наушника. Его магнитная система устроена так, что все магниты легко расположить под струнами в один ряд (рис. 1). Удалив магнит, катушки нужно соединить последовательно и поместить в коробочку из алюминия или латуни. Затем концы крайних катушек выводят через отверстие сбоку коробочки, устанавливают расстояния между концами магнитов так, чтобы

они соответствовали расстояниям между струнами, и всю систему заливают парафином. Парафин защищает катушки от влаги и пыли и, кроме того, фиксирует положение магнитов. Верхние концы магнитов должны остаться незалитыми на 0,5—1 *мм* (рис. 2).

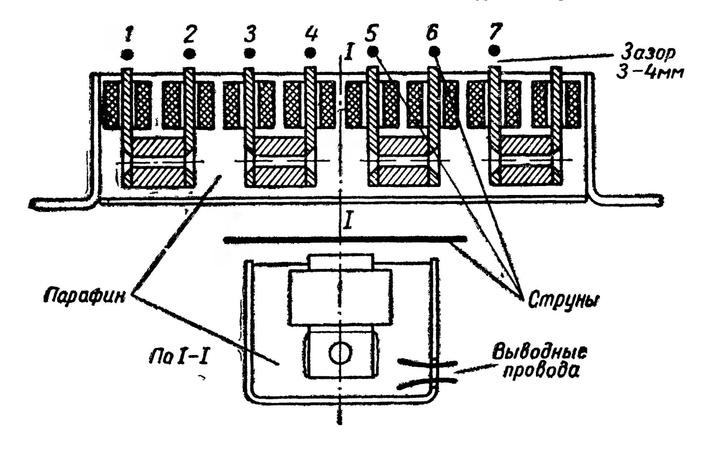


Рис. 2.

Звукосниматель готов. Но поместить его под струны пока нельзя, так как высота его 20 *мм*, а высота струн над декой 10 *мм*. Чтобы не прорезать щель в деке, не-

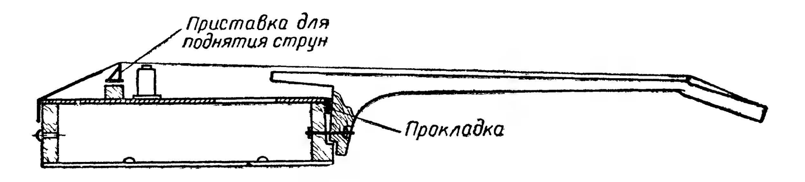


Рис. 3.

обходимо поднять струны. Для этого нужно сделать приставку к кобылке гитары, на которую будут ложиться струны. После этого звукосниматель небольшими болтиками или клеем БФ-2 можно прикрепить к деке.

Так как при постановке приставки к кобылке были подняты струны над декой, они, естественно, поднимутся и над грифом гитары. Чтобы отрегулировать высоту

струн над грифом, между ним и корпусом гитары ставят прокладку (рис. 3).

Очень хорошим свойством такого звукоснимателя является то, что при последовательном соединении катушек он дает достаточное напряжение даже при малых колебаниях струн, что важно для получения звука большой продолжительности. Посторонние шумы на работу звукоснимателя не влияют.

В заключение хочется дать несколько практических советов. Во-первых, желательно, чтобы струны гитары не замыкались между собой в двух местах, так как при их колебании в магнитном поле в струнах будет наводиться ток и своим магнитным полем действовать на звукосниматель. Впрочем, влияние это незначительно.

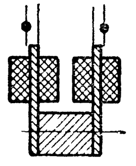


Рис 4

Во-вторых, при регулировании расстояний между магнитами и струнами может получиться несоответствие, так как встречаются наушники, где расстояния между магнитами равно 9 *мм,* а расстояние между струнами 10—11 *мм.* В этом случае не будет большой беды, если струны и наконечники магнитов окажутся несколько смещенными относительно друг друга (рис. 4).

В-третьих, для того, чтобы после поднятия струн гитара правильно звучала на ладах, необходимо проверить расстояния между нулевым порожком и порожком двенадцатого лада и между последним и приставкой к кобылке.

О том, как закрепить концы струн после их поднятия, как сделать выводы проводов от звукоснимателя и подвести их к усилителю НЧ, и о прочих деталях окончательного оформления инструмента следует позаботиться самому конструктору.

СОДЕРЖАНИЕ

В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
ВЫПУСК 23.

Редакторы *А. А. Васильев, Л. В. Цыганова*
Худож. редактор *Г. Л. Ушаков*
Технич. редактор *Г. И. Блаженкова.*
Корректор *К. А. Мешкова*

Г24714. Подписано к печати 1/VII-65 г. Изд. № 1/4117.
Формат бумаги 84×108 1/32 3 ф. п. л. 4,92 усл. п. л.
Уч. изд. л.-4,645. БЗ №17 п. 8. Тираж 184000. экз.
Цена 17 коп.

Изд во ДОСААФ, Москва, Б-66, Ново Рязанская, 26.

В ИЗДАТЕЛЬСТВЕ ДОСААФ

выйдут в 1965 году:

ДОЛЬНИК А. Г. Лучшие конструкции 18-й выставки творчества радиолюбителей. 10 л., 69 000 экз., 60 коп., II кв.

МОРОЗОВ В. П. Радиолюбительские приборы для проверки транзисторов. 3 л., 100 000 экз., 15 коп.

ВИНОГРАДОВ Л. Н. Учебное пособие для подготовки мастеров по ремонту телевизоров, 12 л., 100 000 экз., 60 коп., III кв.

ГОРЮНОВ Н. Н., ОВЕЧКИН Ю. А., САВЧЕНКО А. М. Рекомендации по применению полупроводниковых приборов. 5 л., 100 000 экз., 25 коп., III кв.

СВЕТЛАКОВ Л. И. Справочник по малогабаритным радиоприемникам. 5 л., 50 000 экз., 25 коп., III кв.

ЛОМАНОВИЧ В. А. Справочник по радиодеталям. 3 л., 200 000 экз., 15 коп., III кв.

РЫЖОВ В. Ф. Конструирование и налаживание транзисторных приемников. 8 л., 100 000 экз., 40 коп., III кв.

Книги, выходящие в нашем издательстве в 1965 г., можно купить во всех магазинах Книготорга, потребительской кооперации и „Военная книга".

Магазины принимают предварительные заказы на книги, находящиеся в печати. Книги можно получить через отделы „Книга — почтой" наложенным платежом, без задатка.

Цена 17 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ